



Concrete
Thinking
for a sustainable world



Portland Cement Association

建筑土木译丛

第 14 版

Design and Control
of Concrete Mixtures

混凝土设计与控制

□ [美] Steven H. Koşmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese 著

□ 钱觉时 唐祖全 卢忠远 王 智 译

重庆大学出版社



Concrete
Thinking
for a sustainable world



Portland Cement Association

建筑土木译丛



TU528
31

第 14 版

Design and Control of Concrete Mixtures

混凝土设计与控制

□ [美] Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese 著

□ 钱觉时 唐祖全 卢忠远 王 智 译

北方工业大学图书馆



00596337

RW 22/07

重庆大学出版社

Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, and William C. Panarese

Design and Control of Concrete Mixtures, 14th edition

ISBN: 0-89312-217-3

Copyright © 2003 by Portland Cement Association.

This book is a translation of the English version of **Design and Control of Concrete Mixtures** by **Kosmatka, S. H. ; Kerkhoff, B. ; and Panarese, W. C.**, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U. S. A., Translated and published by Chongqing University Press, Chongqing, People's Republic of China, 2005. All rights reserved.

本书由美国波特兰水泥协会 (Portland Cement Association, Skokie, Illinois, U. S. A.) 出版, **Kosmatka, S. H. ; Kerkhoff, B. ; Panarese, W. C.** 所著“**Design and Control of Concrete Mixtures**”一书的英文版翻译而成, 根据波特兰水泥协会的授权, 由重庆大学出版社 2005 年出版。版权所有, 盗印必究。

版贸核渝字 (2004) 第 9 号

EB301

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土设计与控制 / (美) 科斯马特卡 (Kosmatka, S. H.), (美) 柯克霍夫 (Kerkhoff, B.), (美) 帕纳雷斯 (Panarese, W. C.) 著; 钱觉时等译. —重庆: 重庆大学出版社, 2005. 6
(建筑土木译丛)

ISBN 7-5624-3380-1

I. 混... II. ①科... ②柯... ③帕... ④钱... III. 混凝土—研究 IV. TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 032451 号

混凝土设计与控制 Hunningtu Sheji yu Kongzhi

Design and Control of Concrete Mixtures

[美] Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, and William C. Panarese 著

钱觉时, 唐祖全, 卢忠远, 王 智 译

出 版 者: 重庆大学出版社

地 址: 重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学 (A 区) 内

网 址: <http://www.cqup.com.cn>

邮 编: 400030

电 话: (023) 65102378 65105781

传 真: (023) 65103686 65105565

出 版 人: 张鸽盛

责任编辑: 陈晓阳 袁 江 王 鸿

版式设计: 袁 江

责任校对: 邹 忌

责任印制: 秦 梅

印 刷 者: 四川省印刷制版中心有限公司

发 行 者: 全国新华书店经销

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 26 字数: 617 千

版 次: 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5624-3380-1

印 数: 1—3 000

定 价: 88.00 元



Steven H. Kosmatka 现为PCA（波特兰水泥协会）副主席。Kosmatka毕业于美国北达科他大学土木工程专业，主要从事混凝土性能研究和混凝土质量控制，监督指导PCA建设技术中心、PCA研究项目、产品标准、培训和水泥生产等多方面的工作。Kosmatka是本书主要作者，参加过其他50部有关水泥与混凝土技术著作的写作，是ACI（美国混凝土学会）123、225、232和211的委员。



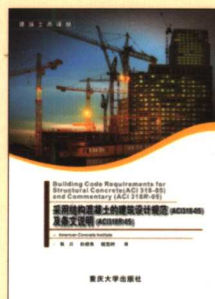
Beatrix Kerkhoff 现为PCA水泥与混凝土技术的协调员，参与了多部PCA出版物的写作，也是《Concrete Technology Today》杂志的编辑。她2001年加入PCA，此前在VDZ（德国水泥协会）进行研究工作，主要从事再生集料混凝土、混凝土耐久性方面的研究工作，以及欧洲的混凝土与集料标准的编制工作。



William C. Panarese 毕业于美国普渡大学土木工程专业，1957年加入PCA，1994年退休时任PCA建设信息服务部主任，曾创办《Concrete Technology Today》杂志，负责PCA在多个领域的技术文献编制，发表了数量众多的混凝土技术方面的论文。Panarese是ACI会员，也是ACI 302、332的委员。1976-1980年期间担任《Concrete Construction》杂志的编辑。



钱觉时 (Jueshi Qian)，安徽桐城人，1962年生，现为重庆大学教授，材料科学与工程、环境工程专业博士生导师。1983年本科毕业于东南大学，1988年于重庆建筑大学获得硕士学位，1992年于同济大学获得博士学位，1995年破格晋升教授，1997年遴选为博士生导师，1999-2000年在美国宾州大学做访问教授。主要研究方向为混凝土材料、固体废弃物处置与资源化。先后担任《重庆建筑大学学报》、《中国科学》、《科学通报》、《建筑材料学报》、《粉煤灰综合利用》、《重庆大学学报》、《混凝土与水泥制品》、《商品混凝土》等杂志的特邀编辑或编委。



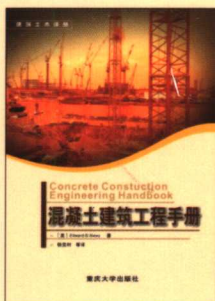
混凝土建筑结构设计规范 (ACI318-05) 及条文说明 (ACI318R-05)

本书英文版由美国混凝土学会 (American Concrete Institute) 318 委员会编撰出版, 每三年修订一次。本规范涵盖了混凝土建筑结构设计、施工的技术标准等内容, 是目前应用最广、影响最大的混凝土结构设计规范。



现代钢筋混凝土高层建筑结构设计

本书英文版由日本东京大学教授青山博之编著, 英国帝国理工学院出版社出版。本书全面介绍了日本采用高强混凝土和高强钢筋在地区建造钢筋混凝土高层建筑的最新研究成果、相应的设计规范方法、构造措施以及从材料性能到整体结构的施工工艺。本书对于在地震区采用高强度材料建造钢筋混凝土高层建筑具有重要的参考价值。



混凝土建筑工程手册

本书英文版是由美国CRC出版的关于混凝土工程与技术的手册, 该手册广泛而深入地介绍了混凝土从设计到施工过程中应掌握的知识, 对建筑领域内各环节的技术决策具有极大的参考价值。本书适合相关领域的研究学者、土木工程师、承建商、现场施工人员以及大中专院校土木工程专业师生阅读。

前言与致谢(中文版)

这是我从事混凝土学习、研究与应用 25 年来所知道的最有实用价值的一本关于混凝土技术的著作。因此,我与我的同行强烈希望将此书翻译成中文,以飨广大中文读者。

全书由我和我的同行唐祖全博士、副教授(重庆大学),卢忠远教授(西南科技大学),王智博士、副教授(重庆大学)翻译,史才军博士、教授(纽约州立大学 Buffalo 分校)主审。全书的翻译工作在不到半年的时间内完成,因此存在一些问题在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

根据与本书英文版作者达成的意向,参与本书翻译的主要人员可作为本书的作者,根据中文读者的需要添加或删除有关内容。但由于时间关系,本书基本上直接从英文版翻译而成,仅做了如下调整:①为方便读者阅读,为章节加入了编号;②所有英文人名、地名、机构名,除已有通用译法者外,按惯例均未译成中文;③对英文版中同时给出的英制单位,除在第 9 章中保留外,其余均舍去。

在本书即将出版之际,非常感谢史才军博士为中文读者推荐了如此实用的著作,非常感谢波特兰水泥协会(PCA)对我和我同行的信任,也特别感谢重庆大学出版社对本书出版的支持。还要感谢在本书翻译过程中做了很多工作的博士和硕士研究生,他们是宋开伟、罗晖、蒋长清、杨再富、汪克进、李健、唐春平、汪宏涛、何更新等。最后,感谢所有在本书翻译和出版过程中给予了支持的个人和单位。

钱觉时 博士

重庆大学教授

2005 年 5 月 17 日

<http://www.cmse.cqu.edu.cn/professors/qjs.html>

jq517@yahoo.com

前言和致谢(英文版)

混凝土的多功能性、耐久性和经济性已使其成为全世界用量最大的材料。在美国,每年使用的预拌混凝土约 2.6 亿立方米,广泛应用于高速公路、街道、停车场、停车库、桥梁、高层建筑、大坝、房屋、地面、人行道、车道和无数其他工程领域。

《混凝土设计与控制》作为水泥和混凝土工业关于混凝土技术方面的主要参考书已有 75 年以上的历史,自从 1920 年本书第 1 版发行以来,在美国的版本已更新了 14 次,以能反映在混凝土技术方面的进展和满足广大建筑师、工程师、建筑商、混凝土供应商、混凝土技术人员、教师和学生日益增长的需要。

本书的第 14 版进行了非常大的修订,是为了提供一本简明、通用的混凝土参考书。这次修订包含了自 1988 年出版上一版本以来很多研究进展与成果。本书凭籍波特兰水泥协会(PCA)超过 85 年的研究成果,同时介绍了美国试验与材料学会(ASTM)、美国联邦高速公路运输部(AASHTO)以及美国混凝土协会(ACI)颁布的最新标准、规范和试验方法等。

除比上一版本增加了 50% 的新内容外,本书还采用了美国联邦政府和很多州政府要求的公制单位,在给出 ASTM 标准的同时也列出了目前被美国很多州政府运输部门广泛采用的 AASHTO 标准。这本书中还提供了很多有关部门的互联网地址,也列出了 ASTM 和 AASHTO 以及其他重要的混凝土机构的网址,还增加了很多图片以说明现代混凝土技术的应用。本书另外增加了掺合料、纤维和高性能混凝土等章节。

致谢:本书作者十分感谢很多人和组织在本书的第 14 版的写作和出版过程中给予的非常有价值的帮助。特别感谢 Cornell 大学的 Ken Hover 给予的广泛建议和 RVT 工程服务公司的 Howard “Buck” Barker 所进行的摄影和相应的文字编辑工作,还要感谢我们的版面设计顾问 Cheryl Taylor。此外还要感谢以下给予技术帮助、提供参考资料和图片以及进行编辑修订的人员,他们是:Norm MacLeod, former Cement Association of Canada; Rick McGrath, Cement Association of Canada; John Bickley, John A. Bickley Associates, Ltd.; Hamid Farzam, Construction Technology Laboratories (CTL); Colin Lobo, National Ready Mixed Concrete Association; Linda Hills, CTL (SEM); Connie Field, PCA; Bill Burns, PCA; John Shaw, PCA; Basile Rabbat, PCA; Arlene Zapata, PCA (cover design); Wes Ikezoe, PCA; Richard Small, PCA; Bruce McIntosh, PCA; Susan Pepitone, PCA; Dale McFarlane, PCA; Paul Tennis, PCA; John Melander, PCA; Jamie Farny, PCA; Carmaline Spurrier, PCA; Martin McGovern, PCA; Terry Collins, PCA; Michelle Wilson, PCA; Tony Fiorato, CTL; Vagn Johansen, CTL; Wally

Klemm, formerly of CTL; Peter Marlo, CTL; Ron Bard, CTL; Manoj Bharucha, CTL; Javed Bhatti, CTL; Jennifer DeStrampe, Ground Heaters, Inc. ; Jim Shilstone, Shilstone Companies, Inc. ; Robert E. Neal, Lehigh Portland Cement Co. ; Gregory S. Barger, Ash Grove Cement Co. ; Mark Luther, Holcim, Inc. ; Fred Cohrs, Florida Rock Industries, Inc. ; Phil Zacarias, Lafarge Canada, Inc. ; Terry Holland, Silica Fume Association; Oscar Manz, Consultant; Jon Mullarky, FHWA; Karen Gruber, Hercules, Inc. ; Mike Pistilli, Prairie Group; Sam Tyson, American Coal Ash Association; Craig Plunk, Mineral Solutions; Jim Jensen, Mineral Solutions; John Rivisto, AVR, Inc. ; Charlie Misslin, County Concrete Corp. ; Jamison Langdon, Cementstone; Kerry Smith, James Cape & Sons Co. ; David Meyer, Lafarge North America, Inc. ; Lew Kollmansberger, Mead & Hunt, Inc. ; Tim Roble, Midway Concrete Corp. ; George Barker, River Valley Testing Corp. ; Dan Large, SI Concrete Systems; EJ Streu, Streu Construction; Len Swederski, Swederski Concrete Const. , Inc. ; Pat Bauer, W. R. Grace Co. ; Darrin G. Stanke, Zenith Tech, Inc. ; Scott Zignego, Zignego Ready Mix, Inc. ; Peter Waisamen, Trow Engineers; Mette Geiker, Technical University of Denmark。还要感谢在过去几年内给予批评和建议的其他人员,更感谢 ASTM、ASSHTO 和 ACI 授权本书使用他们的有关材料和文件资料。

本书作者期望这一版能成为一本简明和通用的混凝土技术参考书,也希望读者能提出批评意见,以便在本书重印和修订时加以改进。

目 录

第1章 混凝土基本原理	1
1.1 新拌混凝土	3
1.2 硬化混凝土	6
1.3 耐久性	13
参考文献	21
第2章 波特兰水泥、混合水泥和其他水硬性水泥	23
2.1 水泥工业的起源	23
2.2 波特兰水泥的生产	25
2.3 波特兰水泥的类型	29
2.4 水硬性混合水泥	34
2.5 水硬性水泥	36
2.6 水硬性矿渣水泥	38
2.7 改性波特兰水泥	38
2.8 特种水泥	38
2.9 水泥的选择和确定	43
2.10 波特兰水泥的化学组成及其水化	45
2.11 水泥的物理性质	50
2.12 热分析	58
2.13 虚拟水泥试验	59
2.14 运输和包装	60
2.15 水泥的储存	60
2.16 热水泥	61
参考文献	61
第3章 粉煤灰、矿渣、硅灰和天然火山灰	65
3.1 粉煤灰	66
3.2 矿渣	67
3.3 硅灰	68
3.4 火山灰	69
3.5 对新拌混凝土的影响	70
3.6 对硬化混凝土的影响	75
3.7 混凝土配合比	81
3.8 来源与储存	82
参考文献	82

第4章 混凝土拌合用水	85
4.1 碱性碳酸盐和碳酸氢盐	87
4.2 氯化物	87
4.3 硫酸盐	88
4.4 其他普通盐类	88
4.5 铁盐	88
4.6 无机杂质	88
4.7 海水	89
4.8 酸性水	89
4.9 碱性水	89
4.10 冲洗水	90
4.11 工业废水	90
4.12 生活污水	90
4.13 有机杂质	90
4.14 糖	90
4.15 淤泥或悬浮颗粒	91
4.16 油	91
4.17 海藻	91
4.18 与外加剂的相互作用	91
参考文献	91
第5章 混凝土集料	93
5.1 集料的特性	95
5.2 潜在的有害材料	109
5.3 碱-集料反应	111
5.4 集料的分选、处理与存放	118
5.5 其他来源的集料	119
参考文献	121
第6章 混凝土外加剂	125
6.1 引气剂	127
6.2 普通减水剂	128
6.3 中效减水剂	129
6.4 高效减水剂	129
6.5 用于流动性混凝土的塑化剂	131
6.6 缓凝剂	133
6.7 水化反应调节剂	134
6.8 速凝剂(早强剂)	134
6.9 腐蚀抑制剂	135
6.10 减缩剂	136

6.11	碱集料反应抑制剂(ASR 抑制剂)	136
6.12	色彩外加剂(着色剂)	137
6.13	防潮剂	137
6.14	抗渗剂	137
6.15	泵送剂	138
6.16	粘结外加剂和粘结剂	138
6.17	砂浆外加剂	138
6.18	发泡剂	138
6.19	消泡剂	139
6.20	杀菌剂和杀虫剂	139
6.21	增稠剂(混凝土水下浇注外加剂)	139
6.22	外加剂和胶凝材料之间的相容性	139
6.23	化学外加剂的存储和配送	140
	参考文献	140
第7章	纤维	143
7.1	使用纤维的优缺点	143
7.2	纤维的类型、性能及其对混凝土的影响	144
7.3	多重纤维体系	149
	参考文献	149
第8章	引气混凝土	151
8.1	引气混凝土的性能	151
8.2	引气材料	159
8.3	影响引气量的因素	160
8.4	引气量检验	168
8.5	推荐引气量	169
	参考文献	171
第9章	普通混凝土拌合物配合比设计	173
9.1	拌合物性能选择	173
9.2	配合比	182
9.3	拌合物配合比设计实例	186
9.4	小型工程用混凝土	208
9.5	设计回顾	209
	参考文献	211
第10章	计量、搅拌、运输和吊运	213
10.1	计量	213
10.2	搅拌	214
10.3	运输和吊运混凝土	217
	参考文献	224

第 11 章 混凝土浇注与表面修饰	225
11.1 浇注前的准备	225
11.2 混凝土浇注	226
11.3 水下浇注混凝土	228
11.4 特殊浇注工艺	229
11.5 混凝土振捣密实	229
11.6 混凝土地面	234
11.7 硬化混凝土上的浇注	240
11.8 混凝土板和墙内的连接缝	242
11.9 混凝土板缝的设计	245
11.10 地面板缝的填充	246
11.11 无缝楼板	246
11.12 拆模	247
11.13 修补、清理和表面修饰	247
11.14 特殊表面修饰	251
11.15 防护措施	253
参考文献	254
第 12 章 混凝土养护	257
12.1 养护方法和材料	259
12.2 养护期和温度	264
12.3 密封剂	265
参考文献	267
第 13 章 炎热天气的混凝土成型	269
13.1 何时采取预防措施	270
13.2 混凝土高温的影响	271
13.3 混凝土组成材料的冷却	272
13.4 掺合料	274
13.5 成型前的准备	275
13.6 混凝土的运输、浇注与修整	275
13.7 塑性收缩开裂	275
13.8 养护和保护	278
13.9 外加剂	278
13.10 水化热	279
参考文献	279
第 14 章 寒冷气候的混凝土成型	281
14.1 冻结对新拌混凝土的影响	281
14.2 低温下混凝土强度的发展	282
14.3 水化热	283

14.4	特种混凝土外加剂	284
14.5	引气混凝土	285
14.6	混凝土温度	285
14.7	监控测试	287
14.8	地面混凝土浇注	289
14.9	地上混凝土的浇注	289
14.10	保温棚与保温材料	291
14.11	加热器	293
14.12	加热时间	296
14.13	拆模和重新支撑	297
14.14	成熟度概念	297
	参考文献	298
第 15 章	混凝土的体积变化	301
15.1	早期体积变化	301
15.2	硬化混凝土的湿度变化(干燥收缩)	304
15.3	硬化混凝土的温度变化	308
15.4	翘曲(弯曲)	310
15.5	弹性和非弹性变形	311
15.6	化学变化及其影响	314
	参考文献	315
第 16 章	混凝土控制试验	319
16.1	试验分类	319
16.2	试验频次	320
16.3	集料试验	321
16.4	新拌混凝土试验	323
16.5	硬化混凝土试验	331
	参考文献	343
第 17 章	高性能混凝土(HPC)	347
17.1	高早强混凝土	349
17.2	高强混凝土(HSC)	350
17.3	高耐久性混凝土	355
17.4	自密实混凝土	359
17.5	活性粉末混凝土	360
	参考文献	361
第 18 章	特种混凝土	363
18.1	结构轻混凝土	364
18.2	绝热、中强轻混凝土	366
18.3	蒸压多孔混凝土	370

18.4	高密度混凝土(重质混凝土)	370
18.5	大体积混凝土	372
18.6	预置集料混凝土(灌浆混凝土)	374
18.7	无坍落混凝土	375
18.8	碾压混凝土	375
18.9	水泥土	377
18.10	喷射混凝土	377
18.11	补偿收缩混凝土	378
18.12	透水混凝土	379
18.13	白色与彩色混凝土	379
18.14	聚合物-波特兰水泥混凝土	380
18.15	钢丝网水泥	381
	参考文献	381
附 录		385
	术语表	385
	公制转换关系	390
	ASTM 标准	391
	AASHTO 标准	396
	水泥与混凝土的资源	397

第 1 章

混凝土基本原理

混凝土是集料和水泥浆的混合物,水泥浆由波特兰水泥与水组成,当水泥与水之间发生化学反应并凝结硬化后,把集料(通常有砂和卵石或者碎石)粘结成坚如岩石的材料(见图 1.1),水泥浆中通常也包括其他辅助胶凝材料和化学外加剂。

集料分为两大类:细集料和粗集料。细集料有天然砂和人工砂,颗粒粒径小于9.5 mm,粗集料的粒径在 1.18 ~ 150 mm 范围内,常用粗集料的最大粒径是 19 mm 或 25 mm,有时用 9.5 mm 左右的中间集料来改善总体集料的级配。

水泥浆由胶凝材料、水和残留空气或有意引入的气泡组成,水泥浆占混凝土总体积的 25% ~ 40%。图 1.2 所示水泥所占绝对体积通常在 7% ~ 15% 之间,水在 14% ~ 21% 之间,加气混凝土中的气体体积在 4% ~ 8% 之间。



图 1.1 混凝土组分:水泥、水、细集料和粗集料

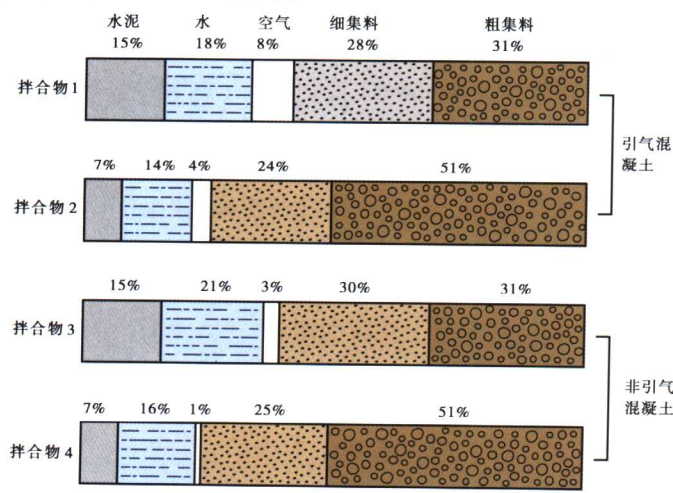
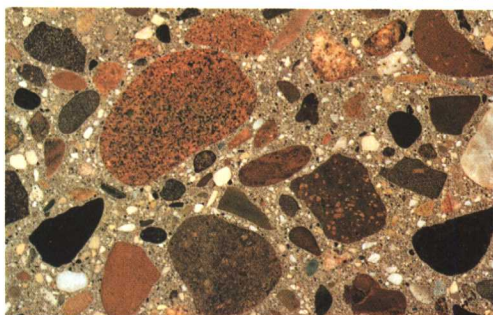


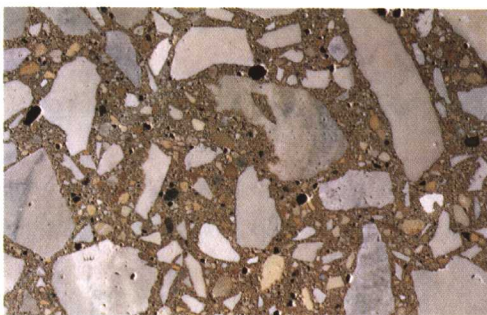
图 1.2 混凝土中各种原材料所占的绝对体积比率,1 和 3 代表用小粒径集料配制的富混凝土,2 和 4 代表用大粒径集料配制的贫混凝土

由于集料占混凝土总体积的 60% ~ 75%, 所以选择合适的集料非常重要。集料必须具有足够的强度、暴露于恶劣环境下的抵抗力以及不含有会引起混凝土变质的物质。连续级配的集料能有效地利用水泥浆, 如果没有特别的说明, 本书都约定采用连续级配的集料。

混凝土质量的好坏取决于水泥浆和集料的质量以及它们之间的粘结性能。在充分密实的混凝土中, 水泥浆完全包裹每个集料颗粒并充分填充集料间的孔隙(见图 1.3)。



(a)



(b)

图 1.3 硬化混凝土的横截面, 水泥浆完全包裹每个集料颗粒, 并填充所有颗粒之间的孔隙, (a) 集料是圆形硅酸盐砾石, (b) 集料是破碎石灰石

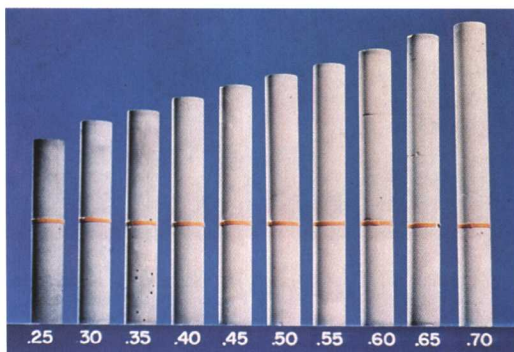


图 1.4 水灰比从 0.25 ~ 0.70 的 10 个水泥净浆圆柱体, 线段所在处表示每个圆柱体含有相同的水泥用量, 增加的用水量稀释了水泥浆, 增加了水泥浆总体积, 降低了密实度和强度

对特定的原材料和养护条件, 硬化混凝土的质量主要由水灰比决定(图 1.4), 应避免用水量过多而造成水泥浆稀释, 降低用水量有以下好处:

- 增加抗压强度和抗弯强度;
- 降低渗透性, 从而降低吸水性增加水密性;
- 增强抗侵蚀能力;
- 改善混凝土和钢筋之间粘结性能;
- 减少干缩和裂缝;
- 增强干湿循环作用下的体积稳定性。

在拌合物易于成型的前提下, 用水量越少, 混凝土质量就越好。但用水量减少, 拌合物将变干稠, 如果使用振动设备, 干硬性的拌合物也比较容易成型, 所以振动成型能够提高混凝土质量。

新拌混凝土(也叫塑性混凝土)和硬化混凝土的性能可通过掺加化学外加剂来改善。外加剂通常使用水剂, 可改善混凝土以下几种性能:

- ①调节初凝或终凝时间;
- ②降低用水量;
- ③增加工作性;
- ④增加含气量;
- ⑤改善新拌混凝土或硬化混凝土其他性能。

通过配合比设计、配料、搅拌、成型、捣实、修整和养护, 混凝土硬化并最终形成具有高

强、耐火、耐磨、耐久及不渗水性能的建筑材料。且仅需简单维护甚至无须维护。此外,混凝土也是一种具有优异装饰性能的材料,可以按要求制成各种形状、颜色和纹理,广泛应用于多个领域。

1.1 新拌混凝土

新拌混凝土应具有塑性或半流动性,便于人工浇注成型。表面上看,非常稀的混凝土拌合物很容易浇注成型,但它不属于“塑性”的范畴。塑性是指柔韧的、能够像一块雕塑粘土那样成型。

在新拌混凝土中,所有砂粒和卵石或碎石都被水泥浆包裹并处于悬浮状态。所有组分在运输过程中不易分离,而且硬化后各组分能均匀分布。在浇注成型过程中,混凝土的塑性不是瞬时消失,而是在没有离析的情况下逐渐丧失。

实际建筑工程中,很薄的混凝土构件和钢筋非常密集的混凝土构件要求拌合物非常容易成型,但并不是像汤一样的,还必须满足强度和在浇注成型过程中能够保持均匀性。塑性拌合物适合于绝大部分的混凝土工程,使用塑化剂可使混凝土在薄的或钢筋密集的构件中易于流动。

1.1.1 搅拌

搅拌过程必须进行严格控制,以确保各组分能形成均匀的混合物。投料的顺序对混凝土最终的均匀性影响很大,然而投料顺序不同同样可以生产出优质的混凝土,但必须调整加水的时间,以及搅拌次数和搅拌速度。其他影响因素有:一次搅拌量和搅拌桶容积之比,投料和搅拌时间,搅拌桶及叶片的设计、结构和状态。搅拌机应定期维护且正确操作,在搅拌过程中,叶片通过反复的翻转、剪切、揉捏使拌合物混匀。

1.1.2 工作性

工作性是指新拌混凝土易于成型、捣实和表面修整和抵抗离析的能力,而且其中组分也不能在运输和浇注成型过程中产生离析(图1.5)。

混凝土的工作性能应根据施工方法、捣实方法和混凝土类型确定,施工部位不同混凝土工作性的要求也应不同。

影响混凝土工作性的因素有:

- ①运输方式及持续时间;
- ②胶凝材料的质量和性质;
- ③混凝土的粘聚性(坍落度);
- ④粗、细集料的级配、形状和表面特征;
- ⑤引气量;
- ⑥用水量;
- ⑦混凝土温度及环境温度;
- ⑧外加剂。



图1.5 工作性能良好无离析现象