

交通部水运工程试验检测技术培训教材

HUNNINGTU JI GOUJIAN SHIYAN JIANCE

混凝土及构件 试验检测

宣国良 谢耀峰 主编

人民交通出版社

交通部水运工程试验检测技术培训教材

混凝土及构件试验检测

Hunningtu Ji Goujian Shiyan Jiance

宣国良 主编
谢耀峰

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要讲述了水工混凝土拌和物的和易性硬化混凝土的强度和耐久性的常规试验检测方法,砂浆的技术性质及试验检测方法及预应力钢绞线、锚夹具的试验检测;对结构混凝土缺陷及强度进行检测评估的非破损检测方法,包括回弹仪法、超声波法、超声—回弹综合法检测及取芯法检测等。本书适用于从事水工混凝土试验检测的技术人员,也可供现场施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通部水运工程试验检测技术培训教材/水运工程试验检测技术培训教材编委会主编. —北京:人民交通出版社, 2000.7

ISBN 7-114-03722-8

I. 交… II. 水… III. 航道工程—工程验收—技术培训—教材 IV. U615.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65429 号

交通部水运工程试验检测技术培训教材

混凝土及构件试验检测

宣国良 谢耀峰 主编

版式设计:周 园 责任校对:尹 静 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号 010 85285375)

各地新华书店经销

三河市吉祥印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.5 字数:254千

2000年7月 第1版

2007年3月 第3次印刷

印数:5001~7000册 定价:27.00元

ISBN 7-114-03722-8

U · 02696

前 言

随着我国国民经济的持续发展,国家基本建设的投资越来越大,对工程的质量要求也越来越高。为做好水运工程的试验检测工作,确保工程质量,交通部质监总站要求对水运工程的试验检测人员进行全面培训。本教材是根据 1997 年 7 月在南京召开的交通部水运工程试验检测技术培训教材的编写大纲审查会审查通过的编写大纲编写的。在水运工程中,几乎所有的工程建设项目都离不开水泥混凝土这一复合材料,混凝土质量的好坏直接影响到工程竣工后的安全运行和使用年限。这就要求承包商严格按施工规范施工,对进场的各项原材料、配合比和施工过程进行经常性的试验检测,杜绝不合格工程。混凝土非破损检测技术,既适合于工程施工过程中混凝土的质量检测,又适合于工程的竣工验收和建筑物使用期间混凝土质量的检定。水泥混凝土的试验检测工作在工程建设中非常重要,试验检测人员肩负的责任十分重大。现有的试验检测人员理论水平和实践经验参差不齐,因此对试验检测人员进行技术培训极为必要。

本教材分为上、下两篇,上篇为水泥混凝土基础知识,水泥混凝土、砂浆的常规试验及水工沥青混合料主要技术性质和测试;下篇为水泥混凝土的非破损检测方法。全书由宣国良和谢耀峰任主编,具体编写分工为上篇第一至第五章由宣国良编写,下篇第六章至第十章由谢耀峰编写。天津港湾工程质量检测中心吴岳清、武汉港湾工程质量检测中心的吴继光、大连理工大学王清湘审阅了上篇,天津港湾工程质量检测中心龚景齐、刘亚平审阅了下篇混凝土非破损试验。他们对教材提出了很多宝贵的建议,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,缺点和错误仍在所难免,万望读者指正。

编 者

2000 年 4 月于南京

目 录

上篇 混凝土性能试验检测

第一章 水泥混凝土基础知识	(1)
第二章 水泥混凝土	(8)
第一节 水泥混凝土拌合物性能测试	(8)
第二节 水泥混凝土强度及变形试验检测	(19)
第三节 水泥混凝土耐久性	(30)
第四节 水泥混凝土施工过程中的质量检测	(35)
第五节 用快速测强法推定水泥混凝土 28 天强度	(38)
第六节 试验资料的整理分析	(44)
第三章 砂浆	(47)
第一节 砂浆的技术性质及试验检测方法	(47)
第二节 砂浆的配合比设计	(52)
第四章 水泥混凝土构件外观质量的检测	(55)
第一节 水泥混凝土构件的一般表面缺陷	(55)
第二节 混凝土构件(和建筑物)外观形状尺寸检验	(56)
第三节 预应力构件及钢绞线和锚(夹)具的试验检测	(61)
第五章 水工沥青混合料	(71)
第一节 水工沥青混合料的主要技术性质及评定方法	(71)
第二节 水工沥青混合料主要性质的测试方法	(73)

下篇 混凝土非破损检测技术

第六章 混凝土非破损检测技术概述	(84)
第一节 概况	(84)
第二节 常用非破损检测方法	(85)
第三节 非破损检测技术的适用范围	(85)
第七章 回弹仪法检测技术	(88)
第一节 概况	(88)
第二节 回弹仪简介	(89)

第三节	混凝土测强曲线的建立	(92)
第四节	现场测定方法	(94)
第五节	回弹仪保养与检定,常见故障及其排除方法	(98)
第八章	超声波检测技术	(100)
第一节	概况	(100)
第二节	超声波的基本概念	(100)
第三节	超声波检测设备	(106)
第四节	混凝土超声波检测声学参数测量技术	(113)
第五节	超声波探测混凝土的强度	(119)
第六节	超声波检测混凝土缺陷	(123)
第七节	超声波检测混凝土裂缝	(133)
第九章	超声一回弹综合法检测混凝土强度	(139)
第一节	概述	(139)
第二节	检测影响因素	(139)
第三节	测强曲线	(141)
第四节	工程检测的基本要求	(143)
第十章	取芯法检测混凝土强度	(145)
第一节	概述	(145)
第二节	取芯设备	(146)
第三节	取芯技术及注意事项	(148)
第四节	芯样加工及端面修整	(152)
第五节	芯样试件抗压强度试验及强度计算	(153)
第六节	取芯法测定混凝土抗冻性	(154)
第七节	取芯法测定混凝土抗渗性	(155)
附	混凝土强度的合格判定	(157)
	参考文献	(159)

上 篇

混凝土性能试验检测

第一章 水泥混凝土基础知识

水泥混凝土是以水泥为胶凝材料,与水和集料按适当比例配合拌制成拌和物,经硬化后得到的人造石材。新拌和的混凝土,称为混凝土拌和物。

一、水泥混凝土的分类

1. 按水泥混凝土表观密度大小可分为:

(1)重混凝土 干表观密度大于 2500kg/m^3 的混凝土。它是用特别密实和特别重的集料制成的,具有防射线的能力。

(2)普通混凝土 干表观密度在 $1950 \sim 2500\text{kg/m}^3$ 的混凝土。它是用天然的砂、石作集料制成的混凝土。是土木建筑中最常用的建筑材料之一。

(3)轻混凝土 干表观密度小于 1950kg/m^3 的混凝土。它又可分为三类:①轻骨料混凝土,其表观密度在 $800 \sim 1950\text{kg/m}^3$ 之间;②多孔混凝土,其表观密度在 $300 \sim 1200\text{kg/m}^3$ 之间;③大孔混凝土。

2. 按水泥混凝土的功能可分为:

(1)结构混凝土;

(2)防水混凝土;

(3)耐热混凝土;

(4)耐酸混凝土;

(5)防射线混凝土等。

二、水泥混凝土的组成及各组成材料的作用

普通水泥混凝土由水泥、水、砂及石子四种主要材料组成。如水泥混凝土有特殊要求时,还需掺加外加剂。在材料组成中,水泥和水成为水泥浆、砂为细集料,石子为粗集料。水泥浆填充砂子间的空隙并包裹在砂粒的周围形成砂浆,砂浆又填充石子间的空隙,并把石子颗粒包裹起来。在混凝土拌和物中,水泥浆在砂、石颗粒之间起着润滑作用,使混凝土拌和物具有施工所需要的流动性。硬化后的水泥浆形成水泥石,将集料牢固地胶结成一个整体。集料在混凝土中起骨架作用,并可减少混凝土的体积变形。

外加剂的作用与其功能有关,有的可显著提高混凝土的和易性或强度;有的可显著提高混

凝土的耐久性;有的可显著提高混凝土的早期强度;有的可显著改变混凝土拌和物的凝结时间等等。

三、水泥混凝土的基本要求

工程中所使用的混凝土,必须满足以下基本要求:

1. 混凝土拌和物应具有一定的和易性,便于施工时浇筑振捣密实,并能保证混凝土质量的均匀性。
2. 混凝土经养护到规定龄期,应达到设计要求的强度。
3. 硬化后的混凝土应具有相应于所处环境条件下的耐久性,如抗渗性、抗冻性、抗侵蚀性及抗冲耐磨性能等。
4. 在保证混凝土质量的前提下各项材料的组成应经济合理,尽量节约水泥以降低成本。此外,对大体积混凝土,尚须考虑低热性的要求。

四、几个名词解释

1. 混凝土强度——是指混凝土材料抵抗外力破坏的能力。
2. 混凝土耐久性——是指混凝土材料在所处环境中,受到物理的、化学的、生物的作用而经久不易破坏也不易失去其原有性能的性质。
3. 水灰比($\frac{W}{C}$)——是指水与水泥之间的对比关系。水灰比的变化会显著影响混凝土的强度和耐久性。
4. 砂率(S_p)——是指砂子质量占到砂、石总质量的百分比,它反映了砂子与石子间的对比关系。
5. 合理砂率——是指在用水量和水泥用量一定的条件下,能使混凝土拌和物获得最大的流动性且能保持良好的粘聚性和保水性的砂率。
6. 单位用水量——是指每立方米混凝土的拌和用水量,它反映了水泥浆与集料之间的对比关系。
7. 级配——是指集料中不同粒径的颗粒的组合情况。
8. 最佳级配——是指不同粒径的颗粒集料组合后,其空隙率最小(或堆积密度最大)、总表面积最小的集料级配。

五、普通水泥混凝土配合比设计

混凝土配合比是指混凝土中水泥、水、砂及石子四种材料用量之间的比例关系,混凝土配合比设计的任务,就是要合理地确定各项原材料间的比例关系,使所得的混凝土能满足强度、耐久性及和易性等技术要求,并尽量节约水泥降低工程造价。

(一)混凝土配合比参数的确定原则及方法

混凝土中各项原材料间的比例关系可用三个参数表示,这三个参数是: $\frac{W}{C}$ 、 S_p 和 W 。正确地确定这三个参数就能使混凝土满足各项技术经济指标,现将确定三个参数的原则和方法分述如下。

1. 确定水灰比的原则和方法

确定水灰比的原则是:在满足强度和耐久性要求的前提下,尽可能选用较大的水灰比,以

节约水泥。

确定水灰比的方法如下：

(1)满足强度要求的水灰比,可根据本工程所建立的混凝土强度与水灰比关系曲线或关系式可得。若尚未建立本工程的关系曲线或关系式,可按下式初步选定：

$$R_{28} = 0.525 R_{\text{灰}} \left(\frac{C}{W} - 0.569 \right) \tag{1-1}$$

式中： $R_{\text{灰}}$ ——为水泥标号；

R_{28} ——28 天龄期的混凝土立方体试件抗压强度。

应当注意:无论是从关系曲线(或关系式)还是从上式求水灰比,都必须用强度保证率为 95% 的配制强度去求得。

(2)满足耐久性要求的水灰比,应当通过混凝土的抗渗、抗冻等试验来确定。当缺乏试验资料时,可参照表 1-1 和表 1-2 的参考数值初步选定,所选定的水灰比值,不能超过表 1-3 或表 1-4 规定的最大允许值。

水灰比与混凝土抗渗性的关系 表 1-1

水 灰 比	0.50 ~ 0.55	0.55 ~ 0.60	0.60 ~ 0.65	0.65 ~ 0.75
估计 28 天达到的抗渗标号	S_8	S_6	S_4	S_2

混凝土抗冻标号允许的最大水灰比参考值 表 1-2

抗 冻 标 号 (2801)	普 通 混 凝 土	引 气 混 凝 土
F_{50}	0.55	0.60
F_{100}	—	0.55
F_{150}	—	0.50

海水环境混凝土按耐久性要求的水灰比最大允许值 表 1-3

环 境 条 件			钢筋混凝土 预应力混凝土		混 凝 土	
			北方	南方	北方	南方
大 气 区			0.55	0.50	0.65	0.65
浪 溅 区			0.50	0.40	0.65	0.65
水位变动区	严重受冻		0.45	—	0.45	—
	受 冻		0.50	—	0.50	—
	微 冻		0.55	—	0.55	—
	偶冻、不冻		—	0.50	—	0.65
	不受水头作用		0.60	0.60	0.65	0.65
水下区	受水头作用	最大作用水头与混凝土壁厚之比 < 5	0.60			
		最大作用水头与混凝土壁厚之比 5 ~ 10	0.55			
		最大作用水头与混凝土壁厚之比 > 10	0.50			

- 注：① 除全日潮型港口外,其他海港有抗冻性要求的细薄构件(最小边尺寸小于 30cm 者,包括沉箱工程),水灰比最大允许值应酌情减小；
- ② 对有抗冻性要求的混凝土,浪溅区范围内的下部 1m 应随同水位变动区按抗冻性要求确定其水灰比；
- ③ 南方地区,浪溅区的钢筋混凝土宜掺加高效减水剂,保证所要求的水灰比；
- ④ 南方地区指最冷月月平均气温大于 0℃ 的地区。

淡水环境混凝土按耐久性要求的水灰比最大允许值

表 1-4

	环 境 条 件		钢筋混凝土 预应力混凝土	混 凝 土
水上区	受水气积聚或通风不良		0.60	0.70
	不受水气积聚或通风良好		0.65	
水位变动区	严重受冻		0.55	0.55
	受 冻		0.60	0.60
	微 冻		0.65	0.65
	偶冻、不冻		0.65	0.70
水下区	不受水头作用		0.65	0.70
	受水头作用	最大作用水头与混凝土壁厚之比 < 5	0.60	
		最大作用水头与混凝土壁厚之比 5 ~ 10	0.55	
		最大作用水头与混凝土壁厚之比 > 10	0.50	

以上根据强度和耐久性要求所求得的两个水灰比值常常是不同的,应选用其中较小的一个,才能既满足强度的要求,又满足耐久性的要求。

若上述水灰比是按经验公式或图表(包括规定提供的)初步选定时,还必须在混凝土配合比初步确定后,再进行混凝土的强度、抗渗、抗冻等项试验,对水灰比进行最后校核。

2. 确定单位用水量的原则与方法

确定单位用水量的原则是:应以混凝土拌和物达到要求的流动性为准。

确定单位用水量的方法。影响混凝土用水量的因素很多,有粗集料的最大粒径,混凝土拌和物的坍落度,粗细集料的品质和级配,水泥的标准稠度用水量等等。因此只能初步确定。其方法有二。

(1)按式(1-2)计算。

$$W = \frac{1}{3}(T + K_T)$$

(1-2)

式中: T ——坍落度,mm;

K_T ——常数,按表 1-5 查用。

常数 K_T 的确定

表 1-5

常 数	碎 石			卵 石		
	最 大 粒 径 (mm)					
	10	20	40	10	20	40
K_T	575	530	485	545	500	455

注: 采用火山灰水泥时, K_T 增加 45 ~ 60; 采用细砂时增加 30。

(2)按表 1-6 初步确定单位用水量。

混凝土单位用水量选用值(kg/m³)表

表 1-6

坍落度 (mm)	碎石最大粒径(mm)			
	20	40	63	80
10~30	185	170	160	150
30~50	195	180	170	160
50~80	210	195	185	175

注：① 采用卵石时，用水量可减少 10~15kg/m³；

② 采用粗砂时，用水量可减少 10kg/m³；采用细砂时可增加 10kg/m³；

③ 采用外加剂时可相应减少用水量。

按初定的单位用水量计算初步配合比，试拌混凝土，测其坍落度。若坍落度不符合要求，应调整用水量（水灰比保持不变），再作试验，直至坍落度符合要求为止。

3. 确定砂率的原则与方法

确定砂率的原则就是要选取合理砂率。影响混凝土合理砂率的因素很多，诸如粗集料的最大粒径、级配和表面性质，细集料的细度模数、水灰比、施工要求的流动性的大小、外加剂的掺用等。

确定砂率的方法：

(1) 按表 1-7 初估合理砂率。

砂率选用值(%)

表 1-7

碎石最大 粒径(mm)	近似水泥用量(kg/m³)							
	200	225	250	275	300	350	400	450
20	38~44	37~43	36~42	35~41	34~40	32~38	30~36	28~34
40	36~42	35~41	34~40	33~39	32~38	30~36	28~34	26~32
63	33~39	32~38	31~37	30~36	29~35	27~33	26~32	25~31
80	32~38	31~37	30~36	29~35	28~34	26~32	25~31	24~30

注：① 采用卵石时，砂率可减少 2%~4%；

② 采用引气剂时，空气含量每增 1%，砂率减 0.5%~1.0%；

③ 采用细砂时，砂率可减少 3%；采用粗砂时，砂率可增加 3%。

(2) 按式(1-3)的近似理论公式初估砂率。

$$\frac{S}{\gamma_S} = K \cdot \frac{G}{\gamma_G} \cdot P$$
$$S_P = \frac{S}{S + G} = \frac{K \cdot \gamma_S \cdot P}{K \cdot \gamma_S \cdot P + \gamma_G} \quad (1-3)$$

式中：S、G——分别是细集料，粗集料的用量；

γ_S 、 γ_G ——分别是细集料，粗集料的松堆密度；

P——粗集料的空隙率；

K——拨开系数，一般为 1.1~1.4 之间。

(二) 水泥混凝土配合比设计的方法与步骤

混凝土配合比设计前，必须明确混凝土的各项技术要求：混凝土的强度等级；混凝土的耐久性要求；混凝土拌和物的和易性要求。

对各项原材料，必须进行检验，合理选择，明确所用材料的技术指标：水泥的品种、标号、密

度;粗集料的种类、最大粒径、级配及表观密度;砂子的细度模数、级配及表观密度。

混凝土配合比设计的方法,通常是先进行初步估算,然后通过试验确定。

混凝土配合比设计的步骤如下:

第一步:根据混凝土强度和耐久性的要求,初步确定水灰比 $\left(\frac{W}{C}\right)$ 。

第二步:根据混凝土拌和物的坍落度指标,初步估计单位用水量 (W) 。

第三步:初步估计砂率 S_p 。

第四步:计算初步配合比,计算初步配合比之前,先根据初估的单位用水量 (W) 和水灰比 $\left(\frac{W}{C}\right)$,求得水泥用量 $\left(C = W / \left(\frac{W}{C}\right)\right)$ 。并满足耐久性要求的最低水泥用量(表 1-8)。

海水环境按耐久性要求的最低水泥用量 (kg/m^3)

表 1-8

环境条件	钢筋混凝土 预应力混凝土		素混凝土	
	北方	南方	北方	南方
大气区	300	360	280	280
浪溅区	360	400	280	280
水位变动区	395	360	395	280
	360		360	
	330		330	
	300		300	
水下区	300	300	280	280

注:① 有耐久性要求的大体积混凝土,水泥用量应按混凝土的耐久性和降低水泥水化热综合考虑;

② 掺加混合料时,水泥用量可适当减少,但应符合有关规定;

③ 对南方地区,掺外加剂时,水泥用量可适当减少,但不得降低混凝土的密实性;

④ 对于有抗冻性要求的混凝土,浪溅区范围内的下部 1m,应随同水位变动区按抗冻性要求确定其水泥用量。

计算初步配合比可用“假定密度法”或“绝对体积法”算出每立方米混凝土中的细集料和粗集料的用量。

a. 假定密度法 假定新浇筑好的混凝土的密度值为 $\gamma_{\text{混}}$,它等于每立方米混凝土中水 (W) 、水泥 (C) 、细集料 (S) 、粗集料 (G) 的质量之和,即

$$\gamma_{\text{混}} = W + C + S + G \quad (1-4)$$

与初估的砂率 $S_p = \frac{S}{S + G}$ 联合求解得到 S 和 G 。

b. 绝对体积法 假定 1m^3 新浇筑好的混凝土中,各组成材料的实体积之和为 1m^3 ,则

$$W + \frac{C}{\rho_C} + \frac{S}{\rho_S} + \frac{G}{\rho_G} + 10\alpha = 1000 \quad (1-5)$$

式中: ρ_C ——水泥的相对密度;

ρ_G 、 ρ_S ——粗、细集料的表观密度;

α ——混凝土空气含量,对于普通混凝土可取 $\alpha = 1\%$ 。

将式(1-5)与初估砂率 $S_p = \frac{S}{S + G}$ 联合求解,得到 S 和 G 。

第五步:试拌调整。上面所求得初步配合比,不一定符合所要求的和易性的要求,故必须通过试拌调整,以确定满足和易性要求的单位用水量和合理砂率,并实测混凝土的密度,重新计算配合比,该配合比也叫基准配合比。

第六步:校核水灰比,用基准配合比拌制混凝土、浇制强度、抗冻、抗渗等试件,养护至规定龄期,进行试验。如果试验结果均能满足要求,且超过要求指标不多,则此配合比就是经济合理的。如果有任一项性能不能满足要求,或各项性能均超过设计要求过多时,应修正水灰比,重新进行试验,直至符合要求。

为缩短试验时间,最好在确定初步水灰比时,就选取稍小和稍大的3~5个水灰比,同时进行试验,以便校核。对于大型混凝土工程,尚须通过系统试验绘制水灰比与强度、抗渗性、抗冻性等关系曲线,以及水灰比与单位用水量,砂率的关系曲线;并按选定的水灰比和已确定的合理砂率,经过试验,绘制坍落度与水泥用量的关系曲线。从这些关系曲线即可根据设计要求确定混凝土的配合比。

六、水下灌注水泥混凝土配合比的设计

水下混凝土与普通混凝土比较具有以下特点:

- (1)混凝土靠自重密实;
- (2)混凝土拌和物和易性要求高、坍落度大、粘聚性、保水性要好。

为了使水下混凝土具有以上特点,在配合比设计时作了以下几条规定:

- (1)坍落度应达到16~22cm;
- (2)砂率40%~50%;
- (3)配制强度应比设计强度标准值提高40%~50%;
- (4)最小水泥用量大于等于350kg/m³;

(5)粗集料最大粒径 D_M 小于等于 $\frac{1}{4}$ 导管内径,和小于等于1/4钢筋净距,并不得大于40mm。

水下混凝土配合比设计的方法及步骤与普通混凝土配合比设计的方法及步骤相同。

第二章 水泥混凝土

第一节 水泥混凝土拌和物性能测试

一、混凝土的和易性

混凝土的和易性是指在一定施工条件下,便于施工操作并能获得质量均匀、密实的混凝土的性能,它包含流动性、粘聚性及保水性三方面的涵义。

流动性是指混凝土拌和物在其自重或施工机械振捣的作用下,能产生流动,并均匀密实地填满模板的性能。

粘聚性是指混凝土拌和物有一定的粘聚力。在运输和浇筑过程中,不出现分层离析,使混凝土保持整体均匀的性能。

保水性是指混凝土拌和物具有一定的保水能力,在施工过程中不致产生较严重的泌水现象。

混凝土拌和物和易性的检测方法可分为坍落度试验和维勃稠度试验。前者适用于塑性混凝土,后者适用于干硬性混凝土。对于塑性混凝土,其和易性应根据坍落度值、泌水性、粘聚性及捣实难易程度来综合评定。对于干硬性混凝土其和易性用维勃时间来表示。下面将试验检测方法分述如下。

(一)混凝土拌和物坍落度试验

该试验通过测定混凝土拌和物的坍落度来判断其流动性的大小,主要用于坍落度在 10 ~ 150mm 的塑性混凝土,粗集料最大粒径不应大于 40mm。

1. 试验设备

(1)坍落度筒——为薄钢板制成的截头圆锥筒,尺寸见图 2-1。圆锥筒内壁应光滑,顶、底应和轴成垂直。筒外上部有两个把手,下部有两块踏脚板。

(2)铁板——尺寸为 600mm × 600mm,厚度约 3mm,表面要求平整。

(3)钢制捣棒——直径 16mm,长 650mm,一端做成弹头状。

(4)钢直尺——长 500mm。

(5)钢尺——长 300mm,最小刻度 1mm。

(6)小铁铲、抹刀、漏斗等。

2. 试验步骤

(1)先用水润湿坍落度筒、铁板、捣棒后,将坍落度筒放置在铁板上,双脚踏紧踏脚板。

(2)在拌和均匀的混凝土拌和物中取出试样,尽快地分三层均

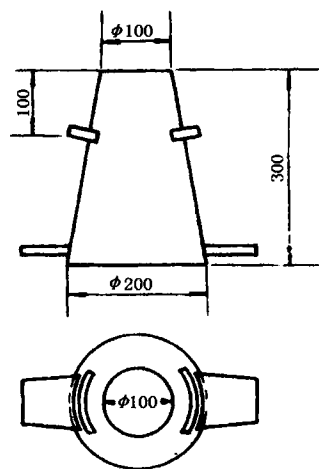


图 2-1 坍落度筒
(尺寸单位:mm)

匀地装入筒内。使捣实后每层高度为筒高的 $1/3$ 左右,每层用捣棒插捣 25 次。插捣应沿螺旋方向由外向中心进行,各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边混凝土时,捣棒可以稍稍倾斜。插捣底层时,捣棒应贯穿整个深度,插捣第二层和顶层时,捣棒应插透本层至下一层的表面。

(3)三层捣完后清除筒边底板上的混凝土后,先用双手压住坍落度筒上部的两个把手,然后双脚离开踏脚板,再垂直平稳地提起坍落度筒。坍落度筒的提离过程应在 $5 \sim 10\text{s}$ 内完成。

从开始装料到提起坍落度筒的整个过程应连续进行,并在 150s 内完成。

(4)提起坍落度筒后,迅速将筒放在锥体混凝土试样旁边量测筒高与坍落后混凝土试样顶面的高度差,即为该混凝土拌和物的坍落度值。量测精度,估读至 1mm ,试验结果精确到 5mm 。

(5)坍落度筒提离后,如混凝土锥体发生崩坍或一边剪坏,则该试验作废。如第二次仍出现这种现象,则表示该拌和物和易性不好,应予记录备查。

3. 结果评定

除了以坍落度的大小评定混凝土拌和物的流动性外,同时用目测法评定混凝土拌和物的下列性质:

(1)稠度:根据插捣混凝土拌和物时的难易程度分为三级:“上”表示插捣很容易;“中”表示插捣时稍有石子阻滞感;“下”表示很难插捣。

(2)粘聚性:观察混凝土拌和物各组成成分相互粘聚的情况。评定方法:用捣棒在已坍落的混凝土锥体一侧轻轻敲打,如锥体逐渐下沉,表示粘聚性良好,如果锥体突然倒坍,部分崩裂或出现石子离析现象,即为粘聚性不好。

(3)砂浆富裕程度:按镩刀抹平程度分为三级。“多”表示用镩刀抹平混凝土拌和物表面时抹 $1 \sim 2$ 次就可将表面抹平,砂浆含量十分富裕;“中”表示用镩刀抹 $5 \sim 6$ 次就可将混凝土表面抹平;“少”表示抹平很困难,抹 $8 \sim 9$ 次后仍不能消除蜂窝麻面。

(4)析水情况:指水分从混凝土拌和物中析出的情况,分“多量”、“少量”、“无”三级评定。“多量”表示提起坍落度筒后,有较多的水分从底部析出;“少量”表示提起坍落度筒后,有少量的水分从底部析出;“无”表示提起坍落度筒后没有明显的析水现象。

(二)混凝土拌和物稠度试验(维勃仪法)

本试验用维勃时间来测定混凝土拌和物的稠度,适用于集料粒径不大于 40mm 的混凝土及维勃时间在 $5 \sim 30\text{s}$ 之间的干硬性混凝土的稠度测定。

1. 仪器设备

(1)维勃稠度仪,见图 2-2。

①容器:为金属圆筒,内径 $240 \pm 3\text{mm}$,高 $200 \pm 2\text{mm}$,壁厚 3mm ,底厚 7.5mm 。容器应不漏水并有足够的刚度,上有把手,底部外伸部分可用螺母将其固定在振动台上。

②坍落度筒和捣棒同坍落度试验,但坍落度筒没有脚踏板。

③圆盘:用透明塑料制成,上装有滑棒。滑棒可以穿过套筒 5 垂直滑动。套筒装在一个可用螺栓 6 固定位置的旋转悬臂上。悬臂上还装一个漏斗 7。坍落度筒在容器中放好后,转动旋臂,使漏斗底部套在坍落度筒上口。旋臂装在支柱 8 上,可用定位螺栓 9 固定位置。滑棒和漏斗的轴线应与容器的轴线重合。

圆盘直径 $230 \pm 2\text{mm}$,厚度 $10 \pm 2\text{mm}$,圆盘、滑棒及荷重 10 组成的滑动部分重量为 $2750 \pm$

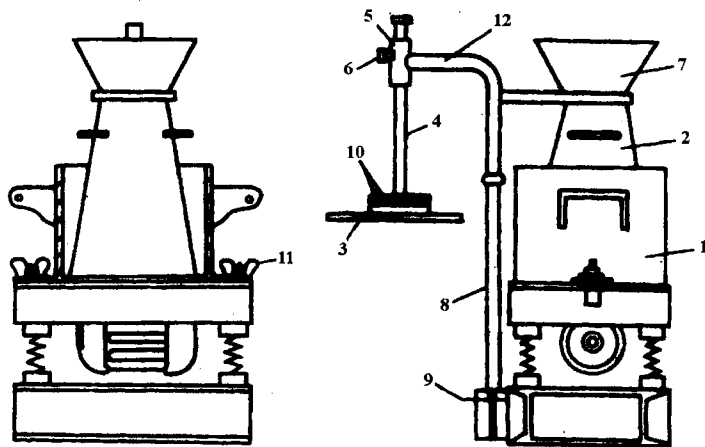


图 2-2 稠度计(维勃仪)

1-容器;2-坍落度筒;3-圆盘;4-滑棒;5-套筒;6-螺栓;7-漏斗;8-支柱;9-定位螺栓;10-荷重;11-元宝螺栓;12-旋转架

50g。滑棒刻度可测量坍落度值。

④振动台,工作频率 $50 \pm 3\text{Hz}$ 。装有空容器时台面的振幅应为 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ 。上有固定螺栓。

(2)秒表、镋刀等。

2. 试验步骤

(1)将维勃稠度仪放置在坚实水平的基面上,用湿布将容器、坍落度筒、漏斗内壁及其他用具擦湿。然后将容器用螺母固定在振动台上,放入坍落度筒,把漏斗转到坍落度筒上口,拧紧螺丝。就位后,滑棒、漏斗坍落度筒的轴线均应和容器的轴线重合。

(2)将拌和好的混凝土拌和物分三层装入坍落度筒,捣实方法与“坍落度法试验”相同。顶层插捣完毕后,移去漏斗,抹平筒口,将坍落度筒小心缓慢地垂直提起,让混凝土拌和物慢慢坍陷,但应注意不使混凝土试体产生横向的扭动。拧松螺栓 6,仔细地放下透明圆盘,直至与混凝土面接触,读出滑棒上的刻度即为坍落度值。

(3)拧紧螺栓 9,使圆盘可定向地向下滑动,开动振动台并开动秒表,通过透明圆盘观察混凝土的振实情况,当圆盘底面刚为水泥浆布满的瞬间,立即按停秒表和关闭振动台,记下秒表所记时间、精确至 1s,秒表读出的时间即为混凝土拌和物稠度的维勃时间。

注意事项:仪器每测试一次后,必须将容器、坍落度筒及透明圆盘洗净擦干,并在滑棒处涂薄层黄油,以备下次使用。

(三)混凝土拌和物的取样。在试验室内测试拌和物的流动性,由于拌制的混凝土拌和物数量不多,一般取全部拌和物作试验。在施工现场检测混凝土拌和物的坍落度,一般在浇筑现场取样、检测、取样数量以不少于 15l 为宜。

(四)影响混凝土拌和物和易性的主要因素

当检测的混凝土拌和物的和易性不满足要求时,要设法加以改善,因此,首先应分析造成拌和物和易性不良的原因或因素,然后在试验或施工中加以改进,现将影响混凝土拌和物和易性的主要因素分述如下:

1. 水泥浆的数量

混凝土拌和物中的水泥浆,使混凝土拌和物具有一定的流动性。在水灰比一定时,单位体

积拌和物内的水泥浆愈多,混凝土拌和物的流动性就愈大,反之则小。当水泥浆量过多时,由于拌和物单位体积内集料数量的减少,拌和物会出现流浆和泌水现象,使混凝土拌和物的粘聚性及保水性变差(对 $\frac{W}{C}$ 小的混凝土,水泥浆数量过多,并不会使其粘聚性、保水性变差,但对混凝土的强度和变形不利)。因此混凝土拌和物中的水泥浆量,以使混凝土拌和物达到所要求的流动性为准,不应任意加大。

2. 水泥浆的稀稠(或稠度)

水泥浆的稠度是由水灰比决定的,在水泥用量不变时,水灰比小时,水泥浆较稠,拌和物的流动性较小,粘聚性较好,泌水较少。但水灰比过小时,水泥浆干稠,在一定施工方法下则不能成型浇捣密实。反之,水灰比大时,水泥浆较稀,拌和物流动性大,但粘聚性,保水性变差,甚至出现流浆,离析现象。为了使混凝土拌和物能够成型密实,所采用的水灰比不能过小;为了保证混凝土拌和物具有良好的粘聚性和保水性,所采用的水灰比亦不能过大。在通常使用范围内,当混凝土中的用水量一定时,水灰比在较小的范围内变化,对混凝土拌和物的流动性影响不大。这就是通常所说的固定加水量定则。

3. 砂率的影响

在混凝土拌和物中砂是用来填充石子空隙的,而水泥浆是用来填充砂、石的空隙并包裹砂、石的表面。在水泥浆用量一定的条件下,若砂率过大,则集料的总表面积及空隙率增大,集料表面的水泥浆层相对减薄,混凝土拌和物就显得干稠,流动性就小。若砂率过小,砂浆量不足,不能在粗集料的周围形成足够的砂浆层起润滑作用,也将降低混凝土拌和物的流动性。更主要的是严重影响了混凝土拌和物的粘聚性与保水性,使混凝土拌和物显得粗涩,粗集料离析,水泥浆流失,甚至出现溃散现象。因此,砂率既不能过大,也不能过小,常须通过试验确定出合理砂率。

4. 水泥的品种与集料的性质

用矿渣水泥和某些火山灰水泥时,拌和物的坍落度一般较用普通水泥时为小,而且矿渣水泥将使拌和物的泌水性显著增加。集料的颗粒较大、形状较圆、表面较光滑且级配较好时,则拌和物的流动性较大。

5. 外加剂

在拌制混凝土时,加入很少量的外加剂能显著地改善拌和物的和易性,增大流动性,降低泌水性。并且由于改变了混凝土的结构,尚能提高混凝土的耐久性。

6. 时间和温度

拌和物拌制后,随着时间的延长而逐渐变得干稠,流动性减小,其原因是有一部分水供水泥水化,另一部分水蒸发了。图 2-3 是坍落度随时间变化的一个实例。

拌和物的和易性也受温度的影响,见图 2-4。因此,施工中为保证一定的和易性,必须注意环境温度的变化,采取相应的措施。在试验室内测试时,应严格按规范规定的温湿度条件,使试验结果具有可比性。

(五)改善混凝土拌和物和易性的措施

1. 通过试验,采用合理砂率

2. 改善砂、石集料的级配

3. 在规范允许的范围内,尽量采用中粗砂和较粗的粗集料

4. 在水灰比不变的情况下,适当增加水泥和水的用量,或者加入外加剂等