

振动碾压混凝土路面

译 文 集

吴钧枢 艾景山 姜云焕 译
窦莘元 叶振祥 沈其明
郭成举 叶振祥 校
窦莘元 总编校

交通部公路科学研究所

内 容 简 介

振动碾压水泥混凝土路面能提高路面质量、大幅度节省水泥、加快施工进度、降低工程造价、提早开放交通等，是多快好省地铺筑路面的一种新工艺，已引起人们的高度注意！

为了了解国外振碾混凝土路面的沿革、技术发展情况，以及其技术内容包括振碾混凝土的混合设计、试验、施工以及质量控制等，特选译美、加、中、瑞典日本等国的有关文献，供我国工程技术界的参考。

本书对美国混凝土学会207振碾混凝土报告、干硬性混凝土配合选择、粉煤灰的标准规范、在VC值超过30秒的混凝土混合料，正好使用我国学者提出的计量新拌混凝土稠度新法等规范性文献；以及机场道面，边缘骨料的使用等都予选择。

本书可供从事公路、城市道路，机场及土建工作的工程技术人员和干部参考。

由于译校人员的水平所限，不当之处，尚请不吝指正！

目 录

振动碾压混凝土	1
美国混凝土学会 (ACI) 标准	48
使用粉煤灰和生料或煅烧的天然火山灰作为 波特兰水泥混凝土矿物掺合料的标准规范	80
跳桌增实因数计量新拌混凝土的稠度	85
干硬性混凝土的振碾研究报告	97
在美国和加拿大应用振动碾压混凝土 (RCC) 铺筑路面和其他铺面	104
振碾混凝土的铺筑	108
加拿大、不列颠、哥伦比亚的振碾混凝土路坪	119
振动碾压混凝土路面的瑞典经验	134
振碾混凝土路面的配合比设计、厚度设计和施工	151
振碾混凝土路面的设计	165
RCC 路面混合料的配料方法	177
振碾混凝土路面的施工	190
波特兰国际机场的振碾混凝土坪面	204
对振碾混凝土路面抗冻性能的评价	215
工兵部队RCC路面的经验	232
RCC路面的施工和质量控制	242
含边缘骨料的振碾混凝土	257
振碾混凝土路面——建设省关东技术事务所的施工经验	268
RCCP的设计与施工	277

振动碾压混凝土

美国混凝土学会207委员会报告

振动碾压混凝土（简称 RCC）表示一种新概念，意即使用填筑土石坝的施工设备来运输、浇筑和振碾密实干硬性混凝土。已查明振碾混凝土硬化后的性能，与相同水灰比的常规混凝土相同。本文讨论了振碾混凝土混合料的配合设计、物理性能、拌和、运输、浇筑、振碾密实、养护、保护以及重力坝断面的设计和施工。

1. 回顾

当前迅速发展的“振动碾压混凝土”概念，可能是在1970年和1972年加利福尼亚州的埃斯诺玛召开的工程基础讨论会上开始的。

在第一次“混凝土坝快速施工”的讨论会上，捷诺蒙·M·拉菲尔教授提出了一篇题为“最佳重力坝”的论文，在该论文中他从水泥土的应用推论出使用土方运输和振碾设备来浇筑和振碾筑坝用的水泥富集粒状填料（从“岸边”或“地坑”借料）的设想。他认为如果增加水泥富集粒状填料的抗剪强度，会使坝的断面比传统土石坝的断面显著减小。采用类似用于土石坝的连续浇筑方法，施工中将比常规混凝土重力坝节省时间与资金。

在“混凝土坝的经济施工”第二次讨论会上，罗伯特·W·肯诺提出了一篇题为“使用土坝振碾密实的方法施工混凝土坝”的论文；在1972年美国混凝土学会于德克萨斯州的达拉斯召开的“混凝土拌和与浇筑新方法”座谈会上，他又提出了一篇题为“用振动压路机振碾密实大体积混凝土”的论文。在这两篇论文

中肯诺提出了用卡车运输,用前端装载机摊铺,并用振动压路机振碾密实混凝土所获得的试验结果。所用混凝土混合料的配合比是这样求得的:以筑坝所用的典型的坝体内部大体积混合料为依据,用外差法增加 $1/2$ 立方英尺的粗骨料比值,并减少同样体积的砂浆比值。这基本上就是《干硬性混凝土配合比选择标准方法(ACI211.3—75)》提供采用的方法。

在密西西比州的杰克逊和俄勒冈州的洛斯特·格里克坝,美国陆军工兵部队进行了另外一些现场试验,所用的混凝土与常规中央拌和厂拌出的相类似,运输、浇筑和振动压实都采用通常的土方运输设备。

从浇筑部位抽取的硬化混凝土试件所得的试验结果表明,振碾混凝土(RCC)的性能与常规大体积混凝土的相同。但由于RCC较低的单位用水量和稠度所致,另外一些数据表明有些不同。在硬化后的浇筑层接缝处,显得粘结力不足,这主要由于铺在老混凝土层上的首批混合料离析所致。为了改善层间结合,在浇筑较大粗骨料大体积混合料之前,先在已硬化的浇筑层上铺一薄层小骨料混合料。

早在1975年,在巴基斯坦的塔贝拉坝,大约浇筑了450 000立方码(344 000立方米)的振碾混凝土,用来修复由于水库第一次蓄水时泄水洞崩坍而被冲去的岩石和堤岸。混凝土在44天内浇筑完毕。平均日浇筑量超过10 000立方码(7 600立方米),最高日浇筑量为25 000立方码(19 000立方米)。这种浇筑方法是水库能在雨季来临前的有限期间内胜利完工并为蓄水提供的唯一合适的修复方法。

1976年在美国,用RCC浇筑的第一个建筑物是田纳西流域管理局的贝里芬特核电站,用了8 000立方码(6 000立方米)的RCC,使涡轮机房下面的支座基础抬高约10英尺(3米)。这个例子成功地说明在有限的面积内进行RCC浇筑的可行性。这也是第一次在通常的施工条件下,在一定的时限内,控制浇筑的尝试。只能采用一天一班制浇筑,因为浇筑利用了全部混凝土拌和

厂的生产能力，而且在施工进度表上RCC浇筑不列为关键作业。

美国陆军工兵部队已完成关于将掺和“岸边”骨料或“地坑”骨料的RCC用于铺筑他们计划的津特峡坝（位于华盛顿州肯尼维克附近）的扩大可行性研究。对在同一地点以RCC筑坝与以土坝的两个方案所作的费用比较说明，前者较后者可减少10~15%的费用。由于筹资困难，计划至今尚未实现。

1978年，美国陆军工兵部队在阿拉斯加州琴纳河工程上，用10 000立方米（7 500立方米）RCC浇筑了一条5英尺（1.5米）厚×2 000英尺（600米）长的溢洪道出口处的垫层。在堤坝过渡区使用了标准土方运输和振碾设备、常规混凝土拌和厂和指定的级配良好的砂质填料。

不列颠哥伦比亚水电管理局在哥伦比亚河上游建造里维尔斯托克坝时，曾考虑使用振碾混凝土的可能性。研究表明，使用这种浇筑方法，可能是重大的节约。但是由于缺少在这么大的构筑物上采用这种方法的先例以及其他因素，而没有提出安全措施，以致未能采用这种浇筑方法。

日本小川坝的上游围堰是用RCC建成的。现在尚未得到该坝的详细资料，但是在日本公共工程研究所名为“重力坝设计概述”的技术备忘录内，有该坝施工的照片。这本备忘录介绍的都是有关RCC的一般施工方法。

现场试验和施工都说明了RCC作为用于快速浇筑坡道混凝土板如公路和机场的单层铺面或大坝、基础多层浇筑的一种施工方法的可行性。本报告将评述这种新方法目前的工艺水平，着重叙述它在大体积混凝土中的应用；讨论它的发展远景并指出进一步发展的必要性。

2. 材料及配合比

2.1 概述

振动碾压混凝土（RCC）是一种干硬性混凝土材料，用振动压路机在层面振动碾压。它与常规混凝土的差别主要在于所需稠

度不同。它必须足够干，才能支承振动压路机的重量，有效地振碾密实；但又要求它是够湿的，足以使在拌和与振碾过程中水泥浆胶结料遍布整个混合料。所需稠度直接影响所需配合比。本报告的以后章节对此将加以阐述。

为适应多种坝型及强度的可能要求而扩大可用材料范围，大型振动压路机的振碾能力使拉菲尔的“最佳重力坝”设想成为可能。

RCC 的较低稠度，特别是在含有大于1.5英寸（38 毫米）粒径的粗骨料时会引起新铺与已硬化的混凝土的结合问题。然而，现场和试验室的研究表明，这一问题可采取在运输及浇筑过程中减少 RCC 的离析并在混凝土开始浇筑时先浇一层特高塑性垫层混合料等措施加以解决。

在分层施工中，如果已浇筑的混凝土尚有足够的塑性，能与新浇筑的混凝土通过振碾互相混合，就可用这合格的 RCC 混合料铺在先前浇筑的混凝土上。

2.2 稠度

适用于振动碾压的混凝土，振碾前在外观上与常规的有显著坍落度的混凝土很不相同。在振碾前，混合料返浆现象尚不明显。经充分振碾后，所有这种粒状混合料很可能充分增实而达到最大密实度，不过所需振动力远比有明显坍落度的混凝土所需者为大。任何能够使这种混凝土充分增实的外部振动方法都可采用。增实时间可以用来衡量混凝土的稠度和振碾设备的效率。虽然没有发表过关于 RCC 的理论或实践的振碾时间的资料，但经委员会成员研究后指出，合格的振碾设备应能在60秒内充分振碾密实最干硬的多种配合比的混合料，当然，也能使工作性较好、工作度较低的混合料在较短的时间内充分增实。指定的混合料能达到的最大密实度，随所用骨料的孔隙率及砂浆含量而异。实验室关于混合料增实的研究结果如图2.2.1及图2.2.2所示。试验是利用振动台使装在标准空气含量仪容量桶内的混凝土增实。

为在浇筑时控制稠度，把材料当作粒状填料比当作整体的混

凝土为好，并按照给定的混合料和振碾力量所预定的最大范围，来控制经振碾的混凝土密实度。图2.2.1表示改变用水量以及振实 14.5 英尺^3 (0.41 米^3) 的含最大粒径为 $1\frac{1}{2}$ 英寸 (38毫米) 的粗骨料的粉煤灰混凝土 (不含波特兰水泥) 混合料的振动力所产生的效果。如延长振动时间 (40秒或更多)，混合料的容重随用水量的增加而迅速增加，用水量达到115磅/码³ (68公斤/米³) 后容重开始下降。当用水量为 145 磅/码³ (86 公斤/米³) 时，只要振动30秒，便可接近无空气密度的98%。若用增加用水量，

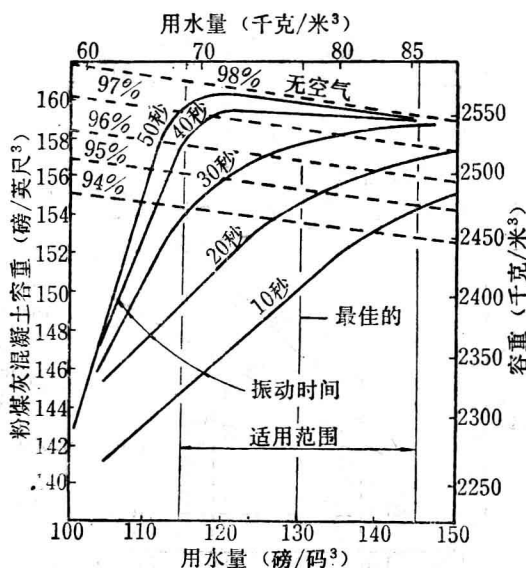


图2.2.1 振动时间和用水量对粉煤灰混凝土振实容重的影响

成份	用水量 (磅/立方码)	
	重量	体积
	磅(千克)	立方英尺 (立方米)
1½ 英寸 (38毫米)	2556* (1159)	14.5 (0.41)
最大粒径粗骨料		
砂	1360* (587)	7.9 (0.22)
粉煤灰	336* (152)	2.34 (0.066)
注: 人工破碎骨料		

会显著减少充分增实所需的振动时间，却降低了工作度，这不利于混凝土支承振碾机的重量。显然，这种混合料的最佳用水量应接近于上述二值的中值，或大约为 130 磅/码³（77 公斤/米³）。图 2.2.2 表示全部以波特兰水泥作为胶结材料的同样的基本混合料的测试结果。此图表明混凝土的常用用水量的范围为 170~200 磅/码³（101~118 千克/米³），较佳用水量为 185 磅/码³（110 千克/米³）。掺有波特兰水泥和粉煤灰者，其最佳用水量随粉煤灰与水泥的比率在上述范围内变化。对其他火山灰材料、波特兰水泥和掺和成份而言，也可用类似方式求得最佳用水量。

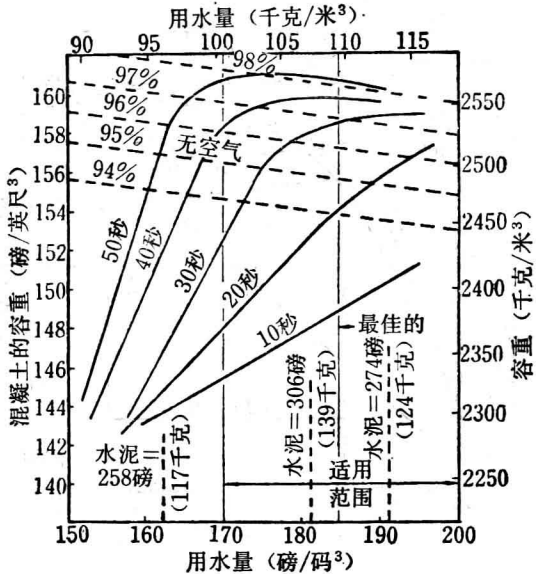


图2.2.2 振动时间和用水量对波特兰水泥混凝土振实容重的影响

成份	用水量 (磅/码 ³)	
	重量	体积
	磅 (千克)	立方英尺 (立方米)
1½ 英寸 (38 毫米)	2556 (1159)	14.5 (0.41)
最大粒径骨料		
砂	1293 (587)	7.51 (0.21)
注：人工破碎骨料		

如图2.2.1和图2.2.2所示，粗骨料体积是保持不变的，以检验增加灰浆体积对振碾力的影响。这也是保持常规混合料稠度不变的一种配料方法。但需改变水泥用量和水灰比。表2.2.1提出使用加工成的骨料而不含火山灰材料混合料的最佳用水量。大体积混合料和垫层混合料两者用水量的差别可说明使这两种类型混合料充分增实所需振碾力是根本不同的。大体积混合料宜使用于无冷缝的连续浇筑。要求用垫层混合料来铺垫并粘合新浇混凝土，使在加高的或冷缝处的混凝土变硬。

**表2.2.1 不含火山灰材料的RCC混合料的拌和
用水近似需要量——用人工骨料**

混合料类型	最大骨料粒径 英寸(毫米)					
	$\frac{3}{8}$ (9.5)	$\frac{3}{4}$ (19)	$1\frac{1}{2}$ (38)	3 (76)	$4\frac{1}{2}$ (114)	6 (152)
内部大体积	单位用水量 磅/码 ³ (千克/米 ³)					
	195 (116)	180 (107)	165 (98)	145 (86)	135 (80)	130 (77)
垫层混合料	215 (128)	200 (119)	185 (110)	— —	— —	— —

注：虽然本表和图2.2.1及2.2.2所示用于试验的骨料是经加工破碎的，但在使用天然骨料时，可酌量改变预计的单位用水量，并预定振碾时间关系曲线同样适用于两种骨料。

表2.2.1所列数据，是以含有最大粒径为 $\frac{3}{4} \sim 4\frac{1}{2}$ 英寸 (19~114毫米) 的骨料实际混合料为依据的。由使用粒径为 $\frac{3}{8}$ 和 6 英寸 (9.5和152毫米) 骨料所得数据是按上述使用最大粒径骨料的混合料外推而得。虽然对使用最大粒径为 $4\frac{1}{2}$ 和 6 英寸粗骨料的混合料在装卸时难免不出现离析，但需按发热量和费用的变化使用；使用时要特别小心。

2.2.1 稠度测量 《干硬性混凝土配合比选择标准方法 (ACI211.3—75)》提出的一种改进的维勃 (Vebe) 仪量测法，已允许作为测量 RCC 稠度的一种规定方法。美国陆军工兵部队

在洛斯特溪坝进行的初期试验表明标准维勃法不甚适用于干、硬、不饱满的RCC。问题是这种仪器无法增实这种混凝土。这一问题已经通过将原装配在维勃仪7.5磅标准附加荷载板加重20磅来解决，同时也取得了测试结果。稠度值就是在一个标准落度度锥体混凝土在直径为9.5英寸的圆桶内增实所占用的秒数。

2.3 骨料

2.3.1 骨料的选择及骨料级配的控制是影响RCC质量和性能的重要因素 虽然对混凝土中的骨料质量的要求条件并不直接影响对混凝土强度的要求条件，但是骨料的变化一定会明显地影响混合料对水泥和水的要求条件，混合料因此而影响强度和产量。在用大体积混凝土浇筑的结构中，采用不切实际的高强度要求条件的做法，只会徒然增加结构造价，而且这种做法是使胶凝材料的水化热引起裂缝问题的主要原因。

美国混凝土学会（ACI）207委员会的报告《筑坝用大体积混凝土和其他大体积结构（ACI207·1R-70）》，对混凝土骨料作了全面的论述。该报告认为一些有害物质是“当采用正常成分的配合比时，共同或个别使混凝土不可能达到所要求的混凝土性能”。某些有害物质如细于200号筛孔的细料、某些易碎材料等，其数量达到《ASTM C 33》规定的上限时，将影响常规塑性混合料的需水量（从而影响强度），这些有害物质对较干硬的RCC混合料可能无害。必须避免使用硅石和云母，它们可能引起无法控制的膨胀及其它不希望产生的影响。对许多大坝实际的强度要求，如第五章所述，可能较低，因此可以将《ASTM C 33》准用的典型有害物质容许含量最佳百分数提高几个百分点。在给定振压力水平时，通过200号筛的细料，其含量百分率大于正常百分率者，实际上可使灰浆需用量降低。因此，振碾混凝土中的有害物质极限含量应通过试验来决定，也应根据它们对混凝土性能（与结构和浇筑有关）的影响来决定。

大型振动压路机能够振碾堆石坝厚达2英尺（0.6米）的石料层（采石场统货）。因此最大骨料粒径限度不因缺乏适当的振

碾设备而受限制。经加工的骨料的粒径大于 3 英寸 (76 毫米) 时, 因需补偿使用较大骨料所产生的离析而增加的拌和与装卸费用, 故材料费并没有明显的降低。但从岸边料或地坑料中筛去较大骨料也没有特殊的经济效益。在塔贝拉的岸边料或地坑料含有粒径达 9 英寸 (229 毫米) 的骨料。

当浇筑层厚度大于最大骨料粒径的 3 倍时, 骨料尺寸对使用振碾堆石坝的振碾设备所达到的振碾能力影响很小。骨料粒径必然影响通常用来振碾邻接构筑物材料的较小型振动压路机的振碾能力。

这些功率较小的振碾机用来增实最大骨料粒径为 3 英寸 (76 毫米) 的混合料看来是勉强的, 但能增实层厚达 12 英寸 (30 厘米)、最大骨料粒径为 $1\frac{1}{2}$ 英寸 (38 毫米) 的混合料。在堆放时大于 $1\frac{1}{2}$ 英寸 (38 毫米) 的骨料很容易造成离析。故在选择运输和摊铺设备或在确定浇筑和摊铺方法时, 应意识到使离析的骨料均匀地散布在未经振碾的混凝土上。因离析造成的蜂窝如未加处理, 是难以充分振碾密实的, 因为覆盖着的混凝土中没有多余的砂浆去填充离析造成的空隙。在选择骨料的粒径时, 如果材料费用是主要因素, 那么就应考虑控制离析所需费用, 或应在订定对强度、粘结力和渗透性的要求条件时确认离析造成的后果。

关于大体积混凝土浇筑, 在选择最大骨料粒径时, 控制水化热比控制材料价格更为重要。如骨料粒径从 $1\frac{1}{2}$ 英寸增加到 3 英寸 (38~76 毫米), 干硬性混凝土水泥需要量的差异比塑性混凝土的小, 但使用大粒径骨料仍能节省大约 15% 的水泥, 其结果, 可减少 15% 的水化热。为减少产生的热量而将火山灰材料用量提高到实际最大量, 为再减少 15% 的发热量而使用大于 3 英寸 (76 毫米) 的骨料, 那么从减少热量或节约材料费用的基础上来说, 都不能证明是合算的。

虽然为取得最好的效果而希望采用如《ASTM C 33》所规定的级配均匀的骨料, 但为了达到所要求的振碾结果, RCC 的级

配不象塑性混凝土的级配那样重要，因为用来增实这两种混凝土的设备是不同的。可是骨料级配肯定影响混凝土的相对增实程度，并且可能影响一定层厚的 RCC 充分增实所需要的最少振碾遍数。骨料级配还影响填充骨料空隙和包裹骨料颗粒而形成坚实混凝土整体所需要的水和胶结料的用量。最小水泥浆用量的理想级配应能使混凝土产生表面积最小的最大捣实干容重，而现今在大多数研究工作中所用的骨料是按照已批准的标准来选择级配的，甚至在塔贝拉坝和津特峡坝的研究中，如级配曲线所示，对岸边料或地坑料来说，并无粒径差别。以利用粗骨料和细骨料的正常差异而言，细骨料的级配对水泥浆的需要量的影响最大。《ASTM C 33》和参考文献 7 的表 2.5.1 所列出的细骨料级配限界同样适用于 RCC。在不使用火山灰材料时，通过 100 号筛的细颗粒增加 5%，可能有助于减少水泥浆的需要量。

如参考文献 6 的表 3.5.1 所示，只要单位体积混凝土中粗骨料的捣实干体积不超过 90~95%，则可在较大范围内选择骨料级配。因此，虽然骨料的混合级配介于通常规定限界（如 ASTM C 33 所示）的中间，预期并不费力也可达到要求的压实度，但不相信采用大型振动碾压设备时较大范围内的粗骨料和细骨料级配会严重影响现场混凝土的容重。据此，应测定利用具有经济潜力的原料基地供应的骨料所配制的混凝土的性能，并判断它们对 RCC 的适用性，在不符合材料规格的情况下宁可拒收此种骨料。

2.3.2 以最小砂浆需用量配制粗骨料 粗骨料的配料取决于骨料空隙、表面积以及颗粒形状等的综合效应。如为控制级配而将骨料按粒径档别筛分，则空隙含有量可以控制在限度以内。捣实后的干容重和混合级配的控制取决于配比、粒径档数以及各档粒径级配的变化。若级配的控制满足要求，则捣实后的干容重将随最大骨料粒径的增大而增加。由于空隙率随捣实后的干容重的增加而降低，所以空隙率往往随骨料粒径的增大而降低。也可以认为混合骨料的总表面积随着一定单位体积中较大骨料的比例

单位体积的混凝土中粗骨料的绝对体积通常符合表 2.3.2 所

的增加而减小。经加工的骨料的颗粒形状是由岩石的矿床特性和碎石机的类型决定的；圆形和立方形骨料增加密实度，而扁片形的则降低。

在间断级配工作中，理想的级配一般是这样的：最大粒径组的粗骨料配比为50~75%，以一定的粗骨料百分比差额配成下一或下两组较小粒径组。但是此间断并不是RCC所要求的，因为检验表明，在装卸中骨料离析随骨料最大粒径和最大粒径比例的增大而有增加的趋势。因此一般需提高较细颗粒的比例以减少离析。从经济上看，这样可以充分利用所有粒径组并减少较小骨料的浪费。

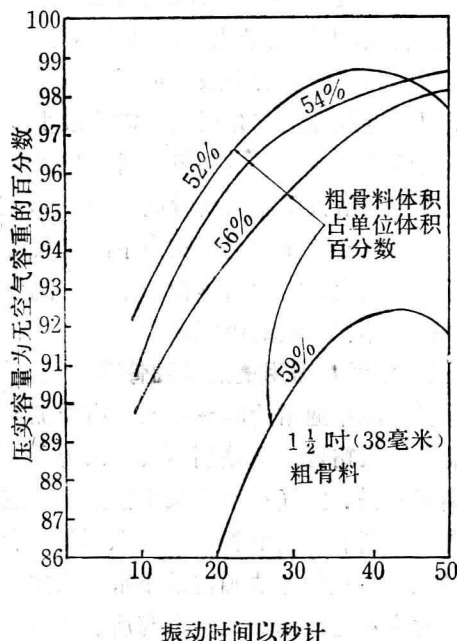


图2.3.2 粗骨料体积对压实的影响

砂浆混合料 (无空气)

砂 = 62.8% (按体积)

水 = 16.5% (按体积)

粉煤灰 = 20.7% (按体积)

水泥 = 0

表2.3.2 单位体积混凝土的粗骨料绝对体积 C_v

最大骨料粒径 (英寸)	6	4 ^{1/2}	3	1 ^{1/2}	3/4	3/8
最大骨料粒径 (毫米)	152	114	76	38	19	9.5
单位体积混凝土中粗骨 料绝对体积的百分数	63—64	61—63	57—61	52—56	46—52	42—48

示限量。

以任何级配或任何最大粒径的骨料而言，产生无坍落度稠度的最小骨料体积，可以通过配制产生近似强度所需的砂浆，并调整达到无坍落度所要求的粗骨料与砂浆的比例而订定。在作此种调整时，细骨料、胶结料和水的用量比例应保持不变。零坍落度的配比就是相应稠度所需砂浆体积的上限，可利用推荐的设备测量稠度(见2.2节)，以便决定混凝土充分振实所需的最少振动时间。在保持砂浆成分不变的情况下，需增加粗骨料体积并减少相同体积的砂浆；同时检查充分增实所需振动时间。图2.3.2表明，当粗骨料比例的增量提高而导致在给定压实力下的密实度明显下降时，就可以认可相应稠度所需砂浆体积的下限。混合料的要求稠度应接近这两个砂浆体积限度的中值。

2.3.3 以最小水泥浆需用量配制细骨料 经称量捣实的干重而测得的细骨料空隙率通常为34~42%，由于测量不够准确，实际空隙率可能较此值略低，但差别不大，因为用来造成一密实体的水泥、火山灰材料、空气和水的最小需用量一定会填充全部细骨料的空隙并包裹所有骨料的颗粒。可以用类似利用最大容重曲线确定土的最佳含水量的方法确定最小水泥浆体积。测试程序如下：按混合料对水灰比或水胶比（水与所有胶结材料之比）的要求，每次添加等量的细骨料并量测经持续振动的试件的容重，绘出容重与计算的水泥浆体积的关系曲线；这样，产生最大容重所需的水泥浆体积就可借砂浆试件求得。在配制大体积混合料时，作为总砂浆容积比率的水泥浆容积应增加5~10%。对于有

特殊要求的混合料，如施工缝或冷缝的垫层混合料，这一最小水泥浆体积比率应增加20~25%。

细骨料的细度和分级将影响如反映在一系列表面面积和空隙率之中的水泥浆最小需要量。在不容易取得火山灰材料的地方，减少细骨料的空隙，掺砂或掺矿物细料可能是经济而有利的。掺砂或掺矿物细料的最佳配比可根据它们对最小水泥浆需要量的影响来确定。

2.4 水泥和火山灰材料

适合于振动碾压的混凝土，可以由任何品种的水泥和火山灰材料制成。水泥品种是根据结构要求而不是根据混凝土的浇筑或增实方法来选择。虽然应该根据火山灰材料的标准规范判断并选择火山灰材料的品种，但火山灰材料的最终选择应根据工程对混凝土性能的要求经适当的试验而定。测定多种火山灰材料的可用性后即可根据其满意程度作出采用其中一种火山灰材料的决定。以RCC与一般建筑上采用的混凝土相较，用于此两种混凝土的水泥和火山灰材料的选择和配制上的主要差别，与大体积火山灰材料如何利用以及贬低火山灰材料对工作度的效应有关。

以最小水泥浆体积配制混合料时，掺火山灰材料或细料的主要作用就是填隙，否则这些空隙将由水泥或水来填充。若由水来填隙，将导致混凝土强度的显著降低。实际上，从水泥中释放出来的游离石灰，即使只有一小部分，也足以与大量的火山灰材料发生反应，这已为美国田纳西流域管理局等机构所证实，他们已多年使用粉煤灰代替细骨料与水泥。他们的试验表明，火山灰反应能持续好几年。说明火山灰材料不仅填充空隙，而且有利于强度的增长。它们对产生热量的影响与火山灰和水泥之比成反比，即在已知强度要求下，水泥用量最小的混合料（满足强度要求），其温升最低。

细颗粒不足时，火山灰材料不会引起有影响的强烈反应。因此，由于颗粒细度不足，许多种粉煤灰材料的活性虽不能满足现行ASTM规范的要求，但仍适用于大多数振碾混凝土。并不是

各种火山灰材料同样有效，颗粒形状和活性都将影响与要求产生一定强度有关的水泥最小需用量。然而，以当地材料费用与必须外运的有效的火山灰材料费用比较，如差额甚大时，则利用在当地现有的可产生较低强度的火山灰材料，可能具有显著的经济效益。

混凝土的强度基本上与水泥、火山灰材料和水比例相关。水泥品种对水化速度和强度增长速度有明显的影响，因而对早期强度也就有显著影响。在28天龄期以后，不同品种的水泥对强度增长的均差值都相应减小，强度发展较慢的水泥，其最后的强度最高。同品种的水泥，由于粉磨机不同，经常在强度上有很大差别，品种不同差别就更大。因此不能仅凭一张单独的图表来保证强度。对于大部分Ⅰ型和Ⅱ型水泥，图2.4.1可用来配制等强度混凝土，以便改变水泥和粉煤灰配比。除了粉煤灰外，图2.4.1

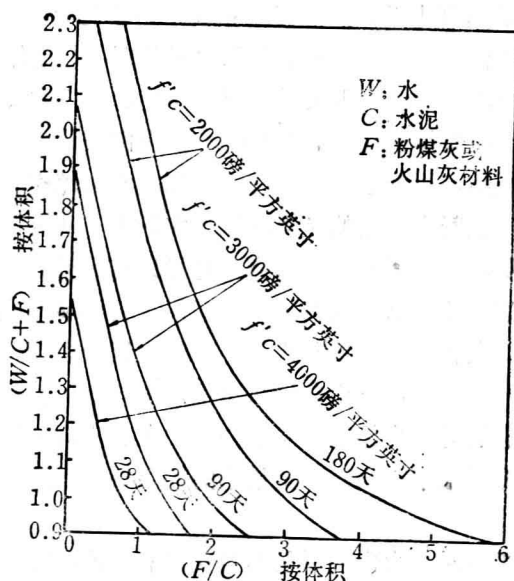


图2.4.1 等强度混凝土的配合曲线