

# 浅谈自密实混凝土技术在工程中的应用

成 玥\*

陕西建工第十一建设集团有限公司, 陕西 712000

**摘 要:** 自密实混凝土能够通过钢筋填满模板内的空隙, 并在重力的作用下自行密实, 自密实混凝土具有高流动性, 不离析的特征, 是属于高性能混凝土的一种, 在现代工程建设中得到广泛地应用。

**关键词:** 自密实混凝土; 现代工程建设; 技术应用

## 一、前言

常规混凝土每立方米混凝土使用水泥约为260千克, 而运用自密实混凝土技术平均每立方米可节约混凝土水泥80到90千克, 能够有效地降低搅拌设备的生产工作量和单位工程混凝土的消耗量, 减少工程成本的投入, 提高企业的经济效益。

## 二、自密实混凝土技术在工程施工中的应用

### (一) 自密实混凝土的配制原则

在配制自密实混凝土时, 应确保新拌状态下的混凝土具有高流动性, 高抗离析性, 高间隙通过性和高填充性, 不仅需要水泥、粗细骨料、矿物掺合料等进行选择, 还要适当地添加外加剂、胶结材料, 并按照工程需要进行合理的配比和设计, 实现自密实混凝土的出色工作性。要保证自密实混凝土的屈服应力低于自重产生的剪应力, 有效增加自密实混凝土的流动性和塑性黏度。在配制自密实混凝土时, 还可以借助萘系高效减水剂作为外加剂的主要组成部分, 它能够有效地降低自密实混凝土拌和物的屈服应力, 并阻止分散粒子的凝聚, 具有一定的保塑作用。但在使用萘系高效减水剂时, 要保证该外加剂的添加率不低于25%, 才能起到有效的作用。

增大浆固比能够提升自密实混凝土的流动性, 间隙通过能力和填充性。但在增大浆固比的时候, 建筑单位要控制在34%到42%之间, 在这一区间内的浆固比能够让自密实混凝土具有良好的工作性能外, 还能展现出出色的力学性能和耐久性能, 加强了自密实混凝土的表现力。自密实混凝土的砂率值应控制在50%左右, 过大的砂率值会影响自密实混凝土的间隙通过性, 过小的砂率值会影响自密实混凝土的实际效果。为了提高自密实混凝土的黏度, 可以通过添加矿物掺和料的方法, 提高自密时混凝土的塑性黏度, 因为自密实混凝土中的拌和物的流动性决定着拌合物中砂浆的流动性, 所以, 在自密实混凝土中添加掺和料, 不仅提高了混凝土的黏度, 还能够对混凝土的流动性进行调节。

如果拌和物中砂浆的屈服剪应力过小, 需要对外加剂掺量和水胶比进行调整, 从而改善自密实混凝土离析的现象, 达到良好的流动性和抗分离性。因为自密实混凝土中会加入细骨料颗粒, 而粗细骨料颗粒会增大混凝土的摩擦力, 减弱混凝土的流动性。所以, 在配制自密实混凝土时, 通过添加矿物掺和料也能够减少粗细骨料颗粒的摩擦, 提高自密实混凝土的流动性能。开裂现象也是配制自密实混凝土中常常发生的问题, 所以, 可以通过加入适量的膨胀剂, 减少混凝土收缩, 避免开裂现象的发生, 并且适量的添加膨胀剂还能够提高混凝土的凝聚性<sup>[1]</sup>。

表1 自密实混凝土配合比设计一览表

| C50自密实混凝土配合比            |     |     |       |     |     |     |    |
|-------------------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----|
| 配合比                     | 水泥  | 水   | 西卡    | 砂   | 石   | 粉煤灰 | 矿粉 |
| 用量 (Kg/m <sup>3</sup> ) | 400 | 185 | 11.21 | 810 | 854 | 130 | 80 |
| C55自密实混凝土配合比            |     |     |       |     |     |     |    |
| 配合比                     | 水泥  | 水   | 西卡    | 砂   | 石   | 粉煤灰 | 矿粉 |
| 用量 (Kg/m <sup>3</sup> ) | 420 | 185 | 12.8  | 796 | 838 | 130 | 90 |

\*通讯作者: 成玥, 1970年7月, 男, 汉族, 陕西咸阳人, 现任陕西建工第十一建设集团有限公司生产副经理, 工程师, 大专。研究方向: 建筑技术与工程管理。

比如,表1是北京某住宅工程项目建设中“自密实混凝土配合比设计一览表”,经过反复多次的实验,这样的配合比能够保证项目在实施过程中,初始坍落度控制在220 mm到280 mm之间,扩展度控制在650 mm到750 mm之间,在不损失坍落度的同时又能够具有良好的流动性和不离析的性能。

### (二) 自密实混凝土的原材料选择

建筑工程施工过程中常见的水泥有普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥等。在进行自密实混凝土配制的过程中,通常会采用普通硅酸盐水泥,因为普通硅酸盐水泥配制的自密实混凝土具有硬化时间短、外观质量好的优点,所以在建筑工程中被广泛的使用。在添加水泥时,对于水泥的用量应不超过 $500 \text{ kg/m}^3$ ,并不低于 $350 \text{ kg/m}^3$ ,一旦超过水泥用量,就会增大混凝土的收缩力,而低于水泥的用量,就会减弱混凝土的和易性。

根据过往的施工经验得知,在配制混凝土时如果只使用水泥,会造成混凝土早期水化热较大,大大减弱了混凝土体积的稳定性和耐久性。而通过添加石粉、粉煤灰、磨细矿渣、微硅灰等矿物掺和料,能够大大提升混凝土的体积稳定性和耐久性,并有效的弥补了单纯使用水泥给混凝土配制带来的缺陷。石粉的粒径应小于0.125毫米,石粉是一种惰性填料,在自密实混凝土中加入石粉能够保证足够的混凝土浆料,保持和改善自密实混凝土的工作性。细度为 $4000 \text{ m}^2/\text{g}$ 的粉煤灰,可以归类为优质的粉煤灰。它具有活性效应,能够有效的改善自密实混凝土的流动性,也是自密实混凝土中最常用的活性掺合料。

在选择矿渣时,应以颗粒径小于0.125毫米的磨细矿渣作为自密实混凝土配制的最佳选择,保持和改善自密实混凝土的工作性,以及提高自密实混凝土硬化后的强度。微硅粉的使用能够改善致密式混凝土的流动性和抗离析能力。选择粗细骨料颗粒时,要根据自密实混凝土的不同需要进行选择和配比,最大颗粒直径不应超过20毫米。比如,细骨料颗粒包括粉碎砂、河砂等普通混凝土用的砂,在自密实混凝土的配制中,一般会选用中粗砂。并要控制含泥量。粗骨料颗粒一般包括卵石、碎石等各种类型的粗骨料,其中卵石有利于改善自密实混凝土的流动性,而碎石有利于自密实混凝土强度的增强。在选择骨料颗粒时,应以圆形石子为优先考虑,控制针状、片状颗粒的含量,能够有效的减少摩擦,增强自密实混凝土的流动性。

外加剂是让自密实混凝土获得良好流动性和粘性的关键,也是自密实混凝土的重要组成部分,能够有效地调节自密实混凝土流动性和抗分离性的平衡,在进行选择时,施工单位应根据自密实混凝土的强度、使用要求、施工要求、施工环境进行综合的考量,选择合适的外加剂,并要考虑外加剂与水泥的相容性,确保自密实混凝土能够达到最佳使用效果。常用的外加剂有减水剂(如:萘系高效减水剂、聚羧酸系列高效减水剂、DFS-2高效减水剂、JDF减水剂等)、增稠剂(如:二醇、酰胺、丙烯酸、多糖、纤维素等)、引气剂、膨胀剂等,在现代工程建设中,常用的是萘系高效减水剂,因为它能够与水泥很好的适应,提高自密实混凝土的稳定性,所以得到广泛的应用。另外,增稠剂的使用是为了增加混凝土的抗离析能力和黏度,引气剂的使用是为了提高混凝土的抗冻能力,在进行自密实混凝土配制时,建筑单位要根据不同的工程需要和现场情况进行合理的设计和配比<sup>[2]</sup>。

### (三) 优质自密实混凝土配比特征

水胶比为0.27到0.41,胶结材料浆体体积占34%到42%,粉煤灰、磨细矿砂等掺合料因为品质和作用效应不同,所以均有其各自的掺量范围,比如,粉煤灰的掺量一般为20%到45%,磨细矿砂的掺量一般为40%到75%。砂率值要控制在50%左右,DFS-2高效减水剂的掺量应控制在0.5%到0.8%之间,自密实混凝土的坍落程度应控制在240毫米到270毫米之间,自密实混凝土的扩展度应大于600毫米等。以上自密实混凝土配比特征可以用于实际自密实混凝土配制的参考,不可作为统一标准,施工单位在配制时要根据施工要求、施工环境、影响因素等进行具体的考量和配比设计,让自密实混凝土在现代工程中能够发挥最大程度的作用。

### (四) 自密实混凝土技术在现代工程建设中的重要性

自密实混凝土因为具有自行密实的性能优点,在建筑工程中大大提升生产效率、缩短混凝土浇筑的时间和降低了工人劳动的强度。在传统建筑工程中通常会使用振捣的方法,进行混凝土浇筑和密实工作,在进行振捣浇筑时不仅噪音大,而且工人长时间手持震动器也会导致手臂震动综合症等职业病的产生,不利于企业生产和工人安全<sup>[3]</sup>。

自密实混凝土技术的出现,能够减去工人手动浇筑的工作环节,改善劳动工人的工作环境,也降低了施工单位的噪音,是一项具有革命性的技术发展。传统混凝土浇筑过程中还会出现气泡、蜂窝麻面等现象的发生,建筑单位不需要对建筑工程的表面进行修补,获得更为美观的效果,这不仅延长了工程时间,也增加了工程投入和劳动量。而

自密实混凝土技术能够让浇筑后的建筑呈现模板表面的纹理,并且不会出现气泡、蜂窝麻面等问题,不仅提高了建筑的美观度,又保证了工作效率<sup>[4]</sup>。

### 三、自密实混凝土在工程建设中的生产、运输和浇筑原则

#### (一) 生产前的检查

因为自密实混凝土的质量会受到含水量的波动影响,所以在生产前要严格控制混合设备计量的准确性,务必达到最高的要求,在生产前要对存贮仓内的骨料水分进行扣除,保证自密实混凝土配比的合理性,并且对沙子、粗骨料颗粒的含水量进行持续的测定。

#### (二) 清洗工作

在配制自密实混凝土时,要彻底排空搅拌机和运输搅拌机,要用清水冲洗干净,在进行浇筑前还要对泵管进行冲洗,可以先采用清水冲洗,然后再用同配比的减石砂浆进行泵管的冲润,便于自密式混凝土的垂直运输,增强其流动性。

#### (三) 自密实混凝土的运输原则

在运输自密实混凝土时,运输时间的长短会影响自密实混凝土的黏度,所以,在进行自密实混凝土配制时要考虑这一因素的影响,通过具体的运输时间合理配制。自密实混凝土还会受到温度的影响,比如,夏季温度过高会导致自密实混凝土的温度提升,改变它的黏稠度。所以,预拌混凝土站在进行自密式混凝土配置前,要与施工现场进行沟通交流,了解施工现场的施工需要后,再与可能会影响自密实混凝土流动性、黏稠度等因素结合,进行综合的考量,不断调整自密实混凝土的配制方案。在将自密式混凝土卸入混凝土输送泵前,需要将前罐车进行90秒的高速旋罐,这样做有利于自密实混凝土的密实成型,并能够增强自密实混凝土的黏度。当自密实混凝土卸入输送泵时,前罐车要降低旋罐速度,保持匀速旋罐进行输送,必要时需要低速旋罐运输。这样做是因为在进行自密实混凝土浇灌时,输送过程的质量会影响自密实混凝土的流动性和稳定性,所以,保持匀速或低速能够让自密实混凝土的和易性和流动性不变,有利于增强自密实混凝土的浇筑质量<sup>[5]</sup>。

#### (四) 自密实混凝土的浇筑原则

在进行自密式混凝土浇筑时,要注意模板之间的拼缝不能够大于1.5毫米,确保需要浇筑的模板内没有残留的水分。比如,雨水、雪水等均会导致自密实混凝土出现离析的情况。并且浇筑过程中,还需要有专业的技术人员对浇筑过程进行监督和控制,一旦发生问题能够及时进行调整和解决,保证自密实混凝土浇灌过程的顺利进行和浇筑质量。为了使自密实混凝土的重力作用能够得到充分的发挥,增加自密实混凝土的黏性,施工单位在进行自密实混凝土浇筑时应采用分层浇筑的方法,每一层的浇筑厚度不超过一米,能够有效地发挥自密实混凝土的重力作用和增加其整体凝聚力。在现代建筑工程中,施工人员还会使用钢筋插棍进行插捣的方法,帮助自密实混凝土提高浇筑时的流动性,并且运用钢筋插棍进行插捣的方法,还能够起到辅助混凝土密实的作用。当浇筑高度达到设计高度时,要停止自密实混凝土的浇筑工作,因为自密实混凝土具有沉降性,所以,需静置20分钟到30分钟后,再对自密实混凝土的标高进行复查。如果未出现降低现象,则不要进行复筑;如出现降低的现象,则需要进行一次性的浇筑以达到浇筑设计高度的要求,保证工程的质量<sup>[6]</sup>。

### 四、自密实混凝土的实验方法分析

#### (一) 自密实混凝土的流动度

自密实混凝土的流动度应控制在700毫米到800毫米之间,在测定自密实混凝土流动度时,通常会采用阻拦圆环进行判定,并且要确保自密实混凝土内的粗骨料颗粒能够穿过钢筋柱这类的阻碍。在现代建筑工程中,还会使用L形试验装置测量自密实混凝土的流动度,加强对自密实混凝土配制的控制。

#### (二) 出漏时间控制

漏斗流出时间能够对自密实混凝土的粘性进行判定和控制,一般在进行漏斗试验装置时,自密实混凝土中的粗骨料颗粒直径会控制在25毫米左右,测试的标准要以自密实混凝土中的搅拌物能够均匀、有效的倒至漏斗中,并与漏斗上口气平后再将出口打开,通过对全部自密实混凝土流出需要的时间进行准确的记录,获得漏斗流出的时间。比如,在选用“V”型漏斗进行流出时间测定时,自密实混凝土的流出时间应控制在5秒到20秒之间<sup>[7]</sup>。

#### (三) 沉降趋势检验

自密实混凝土的坍落趋势也是需要试样部分，测试方法一般会采用在高500毫米，直径150毫米的圆柱体内填满搅拌好的自密式混凝土，然后将圆柱体内的混凝土用隔板分成三等份，并将这三等份的自密式混凝土洗去泥灰浆，如果粗骨料含量少于平均粗骨料含量的20%，则可以确定该自密实混凝土沉降稳定<sup>[8]</sup>。另外，在现代建筑工程中，还会使用U形箱实验自密实混凝土的填充性能，便于工作人员更加直观的掌握自密实混凝土的稳定性。

## 五、自密实混凝土的性能分析

### (一) 出色的抗压强度和抗压强度

自密实混凝土相较于传统的混凝土在结构组成方面具有较高的密度，所以，自密实混凝土的抗压强度也会比传统的混凝土强度高。通过相关测试得知，在相同抗压强度下，对自密实混凝土和传统混凝土进行抗拉强度测试，自密实混凝土的抗拉强度比传统混凝土的抗拉强度略高。

### (二) 增强粘结性、减少弹性模量

自密实混凝土与钢筋具有良好的粘结性，自密实混凝土的流动性能够帮助其与钢筋更好的黏结，并且在自密实混凝土中提高粉体颗粒的含量，降低粗骨料颗粒的含量，有利于减低自密实混凝土的弹性模量，通过实践得知，自密实混凝土的弹性模量要比传统混凝土的弹性模量小15%左右，增强了自密实混凝土的可塑性。

## 六、结语

自密实混凝土技术的应用被称为革命性的发明，在现代建筑工程中得到广泛地应用。施工单位在配置自密实混凝土时，要充分结合施工要求、施工环境、影响因素等，进行综合的考量和配置设计，加强混凝土配置的技术。并且不断通过国内、国外的优秀案例增加施工经验，充分发挥自密实混凝土在我国建筑工程中的重要意义和推动作用。

### 参考文献：

- [1]傅志达,王浩军,郑永锋,徐海勇.自密实堆石混凝土技术在永宁水库工程中的应用[J].水利与建筑工程学报,2018,16(03):224-227+234.
- [2]张昕朗.自密实高性能混凝土在工程中的应用及工艺技术分析[J].建材与装饰,2017(42):15-16.
- [3]王俊杰.自密实混凝土及其在大坝工程中的应用技术研究[J].工程建设与设计,2017(07):136-137+140.
- [4]韦磊,陈竹.钢管桁架梁自密实混凝土技术在路桥施工中的应用[J].交通世界,2017(Z2):108-109+117.
- [5]邱有贞.C60钢管自密实高性能混凝土在工程中的应用[J].中国高新技术企业,2016(22):108-109.
- [6]韦宏健,董彩霞,王秀国.自密实混凝土在中建技术中心试验楼改扩建工程中的应用[J].混凝土世界,2015(09):66-70.
- [7]龙武剑,王卫仑,冼向平,陈顺,范永法.高强自密实混凝土研究及其在工程中的应用[J].混凝土,2014(01):90-92.
- [8]李文昊.自密实混凝土及其在大坝工程中的应用技术[C].科技部.2014年全国科技工作会议论文集.科技部:《科技与企业》编辑部,2014:88.