

水厂构筑物抗渗混凝土施工质量控制分析

廉伟杰

天津市华水自来水建设有限公司

摘要:近年来,随着经济的快速发展,城市规模的不断扩大,人们对水质要求也越来越高,这就使得城市的饮用水工程建设也得到了很大的发展。但与此同时,由于很多工程在建设过程中忽视了施工质量控制,从而导致在混凝土结构上出现了很多裂缝,不仅严重影响了混凝土结构的耐久性和使用寿命,而且也给人们的生命财产安全带来了严重的威胁。所以在当前城市饮用水工程建设过程中,加强混凝土结构质量控制工作是非常重要的。

关键词:混凝土浇筑;抗渗要求;施工质量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.08.023

对于水厂构筑物这样对防水要求非常高的结构而言,更应该做好抗渗混凝土施工质量控制工作。抗渗混凝土是指通过采用一定技术措施来改善和提高混凝土抵抗外荷载作用能力的一种新型建筑材料。所谓抗渗混凝土,就是指在抗渗性能上达到一定要求的混凝土。按照其使用功能可分为:非抗渗混凝土和抗渗混凝土。所谓非抗渗混凝土就是在强度和耐久性方面均能达到要求;而抗渗混凝土则是在抗渗性、耐久性、抗裂性等方面都能够满足要求,并且还能够起到防腐蚀作用的混凝土^[1]。

一、抗渗混凝土配合比的设计

(1) 水泥:抗渗混凝土所用水泥,应为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,不得使用火山灰质硅酸盐水泥。粉煤灰的品种,应符合下列规定:Ⅰ级粉煤灰的总灰量不应大于20%;Ⅱ级粉煤灰的总灰量不应大于15%。混凝土中所用砂、石应选自优质天然砂,不得使用机制砂。砂石的含泥量必须控制在3%以下;石子最大粒径不应大于40mm,砂率应按混凝土强度等级确定。

(2) 骨料:抗渗混凝土所用骨料,应是质地坚硬、级配良好、颗粒均匀的碎石。不宜用碎石作粗骨料,因其表面较光滑,易产生较大的水化热而导致温度裂缝;宜采用卵石,以改善混凝土的流动性和可泵性。

(3) 掺合料:抗渗混凝土所用掺合料,除水泥外,还包括水和外加剂两种材料。水泥掺合料(粉煤灰、矿渣粉)应符合下列规定:掺量不超过水泥重量的5%;掺量不超过水泥重量的20%;不得使用白灰膏等含碱物质作为掺合料;不得使用活性矿物掺合料;不得使用赤泥等碱性物质作掺合料。粉煤灰可采用优质一级粉煤灰,也可采用优质二级粉煤灰或经试验符合要求Ⅱ级粉煤灰。矿渣粉应选用符合要求的矿渣硅酸盐水泥

或普通硅酸盐水泥,不宜采用复合矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等品种。掺粉煤灰时,混凝土中胶凝材料总量(以干胶凝材料计)宜不低于300kg/m³。掺矿渣粉时,其含泥量应小于1.5%,且不大于0.5%。水泥浆中宜掺入适量的减水剂和缓凝剂以改善混凝土的和易性和和易性对混凝土开裂的影响。外加剂应选用符合有关标准规定或经过试验符合要求的外加剂。应采用二次投料、二次搅拌、二次覆盖的方法配制混凝土,并严格控制水灰比^[2]。

(4) 混合材料:在混凝土中掺入混合材料时,应根据不同混凝土所使用的外加剂对其性能要求来选择,如混凝土中掺入减水剂可降低水泥水化热而减少温度应力;掺入缓凝剂可在保证混凝土凝结时间的同时减少用水量;掺加粉煤灰可降低水化热,改善混凝土性能;掺加矿渣粉可提高混凝土的密实性、抗渗性。混合材料中除水泥外,其他材料不应与外加剂起反应而降低其性能。

(5) 粗细集料:抗渗混凝土的粗集料宜选用连续级配良好、质地坚硬、坚硬程度高、无风化、无裂纹且无泥块或杂质的碎石;细集料应选用质地坚硬、吸水率低的中粗砂。砂子含泥量应小于2%,泥块含量应小于0.5%。

(6) 细骨料:细骨料应采用质地坚硬、级配良好、吸水率低且颗粒直径不大于25 μm的中粗砂。当采用细度模数为2.5~4.0之间的中粗砂时,其含泥量应小于2%;当采用细度模数为4.0~5.0之间的细粉砂时,其含泥量应小于2%。

(7) 外加剂:根据不同工程所使用外加剂品种及掺量不同,所选用的外加剂掺量也不同。如在配制普通混凝土中掺入适量粉煤灰、硅粉等掺料时,可减少用水量;而在配制高强混凝土中则需增加用水量。

(8) 掺合料:掺入掺合料可改善混凝土的性能,降低水泥用量和水灰比。掺合料中可以加入适量的高效减水剂以改善混凝土拌合物的和易性;可以加入适量的膨胀剂以提高混凝土强度和抗渗性能;可以加入适量粉煤灰以改善混凝土强度和耐久性;可以加入适量矿渣粉以降低混凝土拌合物温度并减少收缩裂缝;可以加入适量减水剂以降低水灰比。但当掺合料种类过多或掺量过大时,往往会产生不利影响。例如,掺加粉煤灰或硅粉虽然可改善混凝土性能,但由于其含泥量较多而易产生表面浮浆等现象^[3]。

(9) 配合比设计:抗渗混凝土应根据不同工程 and 不同部位以及所使用材料等来确定其配合比。配制抗

渗混凝土应根据施工现场条件、施工进度、工程质量要求、工程造价等因素来确定配合比。采用水泥、掺合料和外加剂三元复合胶凝材料，配制出抗渗性能良好的混凝土。

二、混凝土搅拌

(1) 在原材料选择时，首先要确保材料质量合格。因此，在原材料进场前，应根据工程的实际情况和质量要求选择合适的水泥、粉煤灰等原材料。

(2) 在混凝土搅拌时，要严格按照规范要求进行，并严格控制每一次混凝土的加水量。此外，混凝土的坍落度也必须满足施工规范要求。而对于水灰比而言，其水灰比应严格控制在0.4以下。但由于混凝土内部存在毛细管现象，所以在实际施工过程中，通常要通过增加外加剂、掺和料等手段来提高混凝土的强度。因此，在搅拌混凝土时，一定要确保各材料的用量与配比均符合要求。

(3) 为确保抗渗混凝土具有较高的抗渗性能，应尽量选用碱性激发剂。在实际施工过程中，应避免使用化学成分不符合标准的材料来代替水泥和粉煤灰等原材料。此外，还应对骨料进行严格控制，从而保证其质量符合要求。

三、混凝土浇筑与养护

1) 混凝土浇筑施工前，应进行混凝土的强度检验，合格后方可进行混凝土的浇筑施工。施工过程中，应控制好浇筑速度，避免产生泌水现象。同时还应控制好振捣的时间，确保振捣密实。在浇筑混凝土过程中，还应合理设置振捣棒，以避免振捣不到位情况的出现。

2) 在混凝土浇筑过程中，为防止表面发生离析现象，应采取分段分层进行浇筑施工。在施工过程中还应控制好分层厚度，以确保混凝土质量能够达到相关要求。同时还应做好对混凝土的养护工作，保证其质量符合设计要求^[4]。3) 混凝土养护是抗渗混凝土施工过程中一项非常重要的环节，其不仅能够有效防止表面水分蒸发导致的裂缝问题发生，而且还能够使混凝土强度得到有效保障。所以在抗渗混凝土施工过程中，还应采取相应措施对混凝土进行养护工作，以确保其质量能够达到相关要求。

(一) 浇筑后，及时进行覆盖、保湿、保温养护

施工过程中，抗渗混凝土浇筑完成后，应及时对其进行覆盖、保湿、保温养护，以使其内部温度保持在最高值以下，避免表面水分蒸发导致的裂缝问题发生。对于混凝土表面温度低于5℃的情况，可采取覆盖塑料薄膜等方式进行保温处理。施工过程中，应合理设置洒水系统，保证混凝土表面能够始终保持湿润状态。另外，在混凝土养护期间，还应对其表面进行定期的检查与检测，以确保混凝土强度能够满足相关要求。若发现混凝土表面出现裂缝问题时，应及时采取措施进行修补处理，并做好相应的养护工作。在完成混凝土养护工作

后，还应采取相应的措施对其进行覆盖处理。

(二) 采用双层塑料薄膜进行养护

为防止混凝土在养护过程中发生水分蒸发情况，可以采用双层塑料薄膜进行养护。为防止双层塑料薄膜在养护过程中出现破损现象，可采取以下措施：首先，为防止塑料薄膜在养护过程中出现破损情况，在施工时应合理设置双层塑料薄膜，并采用双人抬杆的方式进行绑扎；其次，在养护期间应加强对双层塑料薄膜的维护工作，以防其发生破损现象。此外，为防止双层塑料薄膜与钢筋碰撞，还应采用胶皮垫脚的方式进行固定。通过采用双层塑料薄膜进行养护工作，可以有效保证混凝土的抗渗性能。同时该方法还能够有效降低施工成本投入。此外，由于采用双层塑料薄膜进行养护后，混凝土表面湿度较大，所以还可以有效降低混凝土表面的温度。

(三) 在混凝土浇筑后及时进行浇水养护

在混凝土浇筑完成后，应及时对其进行浇水养护，以保证其能够尽快恢复强度。在浇水养护过程中，应将混凝土表面的水分充分吸收，以减少水分蒸发现象的出现。浇水养护过程中，还应保证混凝土的表面湿润度符合相关要求，避免混凝土出现裂缝现象。在养护过程中，为避免表面温度出现过大差异，还应及时对混凝土表面进行覆盖。在混凝土养护期间，还应保证环境温度与外界温度之间不会发生较大差异。同时还应控制好混凝土的养护时间，避免混凝土受到阳光直射或雨淋。在施工过程中还应合理控制好养护时间，并及时对混凝土表面进行浇水养护工作。另外还应做好温度与湿度的管理工作，以保证混凝土具有良好的质量。

四、混凝土温度裂缝的控制

(1) 降低混凝土的浇筑温度：在混凝土中掺加适量的微膨胀剂或具有减水、增塑作用的外加剂，可有效地减少混凝土的收缩，降低温度应力。为了降低用水量，提高混凝土的密实性，可掺入粉煤灰或其他掺合料。在配制混凝土时，可掺入适量的高效减水剂。尽量减少水泥用量，将水灰比控制在0.5以下。

(2) 减少约束：结构物在施工期间受到各种约束，如不允许变更设计、变更材料、更改施工方法、减少外荷载等，结构物一旦形成约束条件，即使采取各种措施后仍然不能消除这种约束条件时，则应采取构造措施来防止或减小温度应力和收缩应力^[5]。

(3) 控制原材料的温度和湿度：选择热学性能良好的骨料、采用低水化热的水泥、合理安排浇筑层次和施工顺序、降低浇筑温度、改善混凝土拌合及运输条件等。

(4) 加强混凝土的早期养护：混凝土浇筑后，要及时用湿麻袋或草帘覆盖并浇水养护，以保持湿润状态；养护时间一般不少于14d。为提高早期强度，还可采用二次抹压、覆盖保温保湿养护等方法。

(5) 改善约束条件：适当降低水灰比，选用较小骨料、改善骨料级配；在保证混凝土具有良好的和易性及必要的强度条件下，尽量降低水泥用量；在满足施工条件的前提下，使用低热水泥或中热水泥，如矿渣水泥、粉煤灰水泥等；在不影响混凝土性能的前提下，掺加粉煤灰或其他掺合料；掺入适宜比例的外加剂（如减水剂）；采用小直径、大骨料和大砂浆；采用低水灰比、大浇筑块分层厚度等。

(6) 对新浇混凝土采取保护措施：在大体积混凝土内部设置冷却水管进行循环水冷却；在混凝土表面包裹保温材料；对已产生裂缝的结构物进行二次抹压或涂刷养护剂等处理。也可以利用混凝土的后期强度进行抗渗性能测试。

五、如何提高混凝土的抗渗性

(一) 做好施工准备工作

在实际工程施工中，为了提高混凝土的抗渗性，首先要做好施工准备工作。通常情况下，在进行施工准备时需要做好以下几点工作：首先，需要对原材料进行检验和试验。在施工之前，需要对原材料进行检验和试验，主要包括以下几个方面：首先要对水泥的质量进行检验和试验；其次要对骨料的质量进行检验和试验；再次要对水的质量进行检验和试验。另外，还需要对外加剂的质量进行检验和试验。其次，需要对混凝土拌合物的性能进行检验。在施工之前，需要对混凝土拌合物的性能进行检验，主要包括以下几个方面：首先要检查拌合物的和易性；其次要检查混凝土坍落度；最后还需要检查混凝土的凝结时间。另外，还需要做好施工机具设备、模板等方面的准备工作。最后，还需要做好施工人员的培训工作。在实际工程施工中，通常情况下可以采取以下几种方法来确定混凝土浇筑方法：首先可以选择合理的分层分块浇筑方法；其次可以采用人工振捣和机械振捣相结合的方法。其次还要合理选择混凝土配合比。在实际工程施工中，通常情况下可以采用以下几种方法来确定混凝土配合比：首先要确定好水泥用量和水灰比；其次要确定好砂子和石子的用量；最后还要确定好水泥、砂、石等材料之间的最佳配比。最后还要合理选择浇筑方法。

(二) 对混凝土进行振捣

在实际工程中，混凝土振捣是提高混凝土抗渗性的重要措施，其主要的施工工艺有：首先要选择合适的振捣器；其次要根据施工设计要求，选择合理的振捣时间；最后要注意对振捣方法进行合理控制。在混凝土浇筑过程中，由于振捣时间过长或过短都会对混凝土的质量产生不利影响。通常情况下，混凝土振捣时间应该控制在15~20s之间，且不能超过30s。在对混凝土进行振捣时，应该遵循“快插慢拔”原则，即在开始振捣时要采取快插慢拔的方式，而在振捣到一定程度时则应该采

取快拔慢插的方式。对于振捣时间而言，通常情况下应控制在30~40s之间。为了有效提高混凝土的密实度，在实际施工过程中通常可以采取以下措施：首先要合理选择振动棒；其次要注意对其使用方法进行合理控制；最后还要注意对振动时间进行合理控制。

(三) 加强养护

养护是混凝土施工中的一个重要环节，其对混凝土的抗渗性能起着决定性的作用，所以在实际工程中要加强养护。在混凝土浇筑完成之后，一般采用覆盖养护，并且在表面还要覆盖一层塑料薄膜，同时还需要进行洒水养护。当混凝土的强度达到设计要求时，就可以拆除塑料薄膜了。但是由于一些施工单位在混凝土施工过程中未能很好地进行养护，从而导致混凝土表面出现干裂现象，最终使混凝土出现了不同程度的裂缝。因此在实际施工过程中要加强对养护工作的重视，在混凝土浇筑完成之后要及时覆盖塑料薄膜并进行洒水养护，这样可以有效避免混凝土表面出现裂缝现象。总之，由于水厂构筑物工程所处环境较为复杂，受多种因素的影响较大，从而导致水厂构筑物工程存在一定的质量问题。因此在实际施工过程中，要不断提高抗渗混凝土施工技术水平，从而有效提高水厂构筑物工程的整体质量。本文主要从不同角度对水厂构筑物工程的抗渗混凝土施工技术进行了分析和研究，希望能够为相关人员提供一些参考和帮助。

结束语

综上所述，水厂构筑物混凝土工程质量控制工作是一项系统、复杂的工程，在实际施工过程中，还应注意加强各个环节的质量控制工作，严格按照相关规范要求，确保施工质量。在本文中，首先介绍了水厂构筑物混凝土工程施工质量控制的必要性以及重要性，接着又详细分析了影响水厂构筑物混凝土结构防水效果的因素以及影响因素，最后又探讨了加强水厂构筑物混凝土结构防水效果的措施。希望通过本文的研究能够为相关从业人员提供参考。与此同时，也希望本文研究能够对提高我国城市饮用水工程建设质量水平有所帮助。

参考文献

- [1]程晓辉,张青鹏,徐斌,王艳杰.南水北调某水厂机加池防水施工工艺[J].中国建筑防水,2021(01):37-40.
- [2]孙泽寰.寿光市净水厂工程混凝土性能及施工工艺研究[D].哈尔滨工业大学,2019.
- [3]易永华.沙湾水厂工程的防水措施与渗漏处理[J].中国建筑防水,2004(08):29-31.
- [4]张占军.超长水工构筑物混凝土结构施工方法[J].山西建筑,2003(02):53-54.
- [5]黄聪霞,吴楚斌.某水厂混凝土深水池施工实践[J].西部探矿工程,2002(05):149-150.