

混凝土的耐久性问题

陈小娟

(兰州交通大学 土木工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要:论述了影响混凝土耐久性的主要因素;总结了提高混凝土耐久性的技术措施和施工措施。

关键词:混凝土;耐久性;;技术措施;施工措施

中图分类号:U416

所谓混凝土结构的耐久性,是指混凝土结构在自然环境、使用环境及材料内部因素的作用下,保持其自身工作能力的性能。这里自然环境、使用环境及材料内部因素的作用指的是物理或化学作用。影响混凝土耐久性的主要因素有混凝土的碳化、碱—骨料反应、钢筋的锈蚀、混凝土的抗渗性与抗冻性等。下面就混凝土耐久性问题谈谈认识。

1 影响混凝土耐久性的几个因素

1.1 混凝土结构的不密实

混凝土结构的不密实主要是指混凝土复合组分相容性不良造成的离析、泌水或在浇注成型过程中振捣的不密实,以致混凝土内部形成很多缺陷(蜂窝、大孔隙等),这些缺陷处聚集了大量的自由水。混凝土在凝结硬化过程中这些自由水在蒸发后会形成大量有害孔隙,有的形成连通的通道,这导致了混凝土整体结构的不密实。

1.2 碱——集料反应

碱——集料反应是混凝土在配制时由原材料或外界环境中带人的碱性离子与活性矿物集料(活性二氧化硅等)在有水的条件下与二氧化硅反应生成碱硅胶,碱硅胶有强烈的吸水膨胀能力,其形成和成长常常造成混凝土内部的膨胀,这种膨胀所产生的内部应力,使混凝土内部形成微裂缝,甚至造成混凝土的严重开裂。所以为了避免碱—集料反应,混凝土配制时应采用非活性集料,低碱水泥或控制混凝土中其他组分碱的引入,掺用粉煤灰、矿渣、硅粉等掺和料以降低混凝土的碱性。

1.3 钢筋锈蚀破坏

因混凝土钢筋锈蚀而产生的破坏,是钢筋混凝土耐久性不良最大量的表现形式。钢筋锈蚀主要有两个原因:一是混凝土碳化,当二氧化碳和水汽从混凝土表面通过孔隙进入混凝土内部时,使钢筋混凝

土结构保护层的碱度降低,当碳化达到钢筋表面时,使钢筋表面与混凝土粘结生成的氧化铁薄膜(钢筋钝化膜)破坏,生成锈蚀。二是混凝土中氯离子的侵蚀作用,当氯离子渗入到钢筋表面吸附于局部钝化膜处时,钢筋表面的钝化膜被破坏,造成钢筋锈蚀。

1.4 抗渗性

混凝土的渗透性与耐久性有极其密切的关系。抗渗性是指混凝土抵抗水在混凝土毛细孔向其内部渗透作用的能力。影响渗透的主要因素是水泥内部有毛细管或某些微裂缝所形成的透水通路。这些通路是由于配制混凝土时,为得到一定的施工流动性而多加的水分在混凝土硬化时蒸发所留下的。通常来说,抗渗性好的混凝土,其密实性高,混凝土的耐久性也较好。这是因为许多有害物质是随介质渗透到混凝土内部而起破坏作用的。例如冻融损坏、钢筋锈蚀都是由于水及腐蚀性物质渗入到混凝土内部对混凝土产生破坏作用。提高混凝土的抗渗性,除混凝土本身具有极低的渗透性以外,从实际意义上来说,避免混凝土结构出现裂纹和裂缝是更为重要的。

1.5 抗碳化

空气中的二氧化碳由表及里的向混凝土内部扩散的过程就是混凝土的碳化。影响混凝土碳化的主要因素有:周围环境因素、施工因素及材料因素等。周围环境因素是指周围介质的相对湿度、温度、压力及二氧化碳的浓度等对混凝土碳化的影响。施工因素是指混凝土搅拌、振捣和养护等条件的影响。

1.6 抗冻性

混凝土的抗冻性是指混凝土在使用条件下经受多次冻融循环之后,不破坏、强度也不明显降低的性能。抗冻性主要与混凝土内部的孔隙特征与含水程度有关。开口孔隙越多,含水越饱满,其抗冻性就越

差,主要原因是水在受冻结冰之后,体积就会发生膨胀,对孔壁产生一定的压力而导致的结构破坏,在反复的冻融循环作用之后,混凝土的强度就会逐渐降低,最终导致破坏。混凝土的抗冻性主要与以下几个因素有关:水泥石的含水状态;水泥石的透水性;冻结速度;内部孔的间隔距离。

2 提高混凝土耐久性的途径

2.1 技术途径

2.1.1 掺入高效减水剂

在保证混凝土拌和物所需流动性的同时尽可能降低用水量,减小水灰比,使混凝土的总孔隙,特别是毛细管孔隙率大幅度降低。水泥在加水搅拌后,会产生一种絮凝状结构。在这些絮凝状结构中,包裹着很多拌和水,从而降低了新拌混凝土的工作性。施工中为了保持混凝土拌水量,这样就会促使水泥石结构中形成过多的孔隙。当加入减水剂后,减水剂的定向排列,使水泥质点表面均带有相同电荷,在电性斥力的作用下,不但使水泥——水体系处于相对稳定的悬浮状态,另外,在水泥颗粒表面形成一层溶剂化水膜,同时使水泥絮凝状的絮凝体内的游离水释放出来,因而达到减水的目的。

2.1.2 掺入高效活性矿物掺料

普通混凝土掺入活性矿物的目的在于改善混凝土中水泥石的胶凝物质的组成。活性矿物掺料(硅灰、矿渣、粉煤灰等)中含有大量活性 SiO_2 (及活性 Al_2O_3),它们能和水泥水化过程中所产生的游离石灰及高碱性水化硅酸钙产生二次反应,生成强度更高、稳定性更优的低碱性水化硅酸钙,从而达到改善水化胶凝物质的组成并消除游离石灰的目的。有的超细矿物掺料,其平均粒径远远小于水泥粒子的平均粒径,它们能填充于水泥粒子之间的空隙中,使水泥石结构更为致密,并阻断可能形成的渗透通路。

2.1.3 消除混凝土自身的结构破坏因素

除了环境因素引起的混凝土的结构破坏以外,混凝土本身的一些物理化学因素,也可能引起混凝土结构的严重破坏,致使混凝土失效。例如,混凝土的化学收缩和干缩过大引起的开裂,水化热过快过高引起的温度裂缝,硫铝酸钙的延迟生成,以及混凝土的碱集料反应等。因此,要提高混凝土的耐久性,就必须减小或消除这些结构破坏因素。限制或消除从原材料引入的 SO_2 等可以引起结构破坏和钢筋锈蚀物质的含量,加强施工控制环节,避免收缩及温度裂缝产生,提高混凝土的耐久性。

2.1.4 保证混凝土的强度

强度与耐久性之间的本质联系是基于混凝土的内部结构,都与水灰比这个因素直接相关。在混凝土能充分密实条件下,随着水灰比的降低,混凝土的孔隙率降低,混凝土的强度不断提高,与此同时,随着孔隙率降低,混凝土的抗渗性提高,因而各种耐久性指标也随之提高。在现代的高性能混凝土中,除掺入高效减水剂外,还掺入了活性矿物掺料,它们不但增加了混凝土的致密性,而且也降低或消除了游离氧化钙的含量。在大幅度提高混凝土强度的同时,也大幅度地提高了混凝土的耐久性。此外,在排除内部破坏因素的前提下,随着混凝土强度的提高,其抵抗环境侵蚀因素破坏的作用能力也越强。

2.2 施工途径

2.2.1 原材料的选用

①水泥不得使用过期、受潮的水泥,应有出厂合格证,并在监理工程师的见证下按规范要求取样复试。

②骨料砂采用中砂,石子采用坚硬的碎石。对每批进场的粗细骨料,要及时送检,其有害物质含量应符合《建筑用砂》(GB/T14684-2001)、《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ52-1992)、《建筑用卵石、碎石》(GB/T14685-2001)、《普通混凝土用碎石或卵石质量标准检验方法》(JGJ53-92),检验合格才允许使用。抽检指标达不到要求的严禁使用。

③水、外加剂水使用饮用水。

④碱含量、氯离子含量在所有混凝土原材料试验合格后,检查原材料试验报告、氯化物和碱的总含量计算书,确保混凝土中最大碱含量 $\leq 3\text{kg/m}^3$,最大氯离子含量 $\leq 0.1\%$ (占水泥重量的百分率,三类环境)。

2.2.2 配合比确定

为正确确定配合比,委托试验室进行详细计算、试配。其次是配合比调整。由于来料及气候因素,拌合用的砂、石料的含水量应及时测定,以此确定实际加水量,混凝土的水灰比才能控制好。而这一指标又是影响混凝土强度的决定性因素。在气候正常时,要求每台班测定一次含水量,如遇雨天,测次应当加密。拌合混凝土的实际加水量是采用扣除骨料自身含水量以后的数值,经及时调整后,使得每立方米混凝土的实际用水量符合设计用量,据以确定实际加水量,控制混凝土的最大水灰比为 0.5,保证混凝土强度。

2.2.3 严格计量控制

材料用量的允许偏差标准为:混凝土拌和料应计量准确砂石料必须逐车过磅,允许偏差 $\leq 3\%$;水泥应抽样称量,计算平均每袋重量,其偏差 $\leq 2\%$,用水量及外加剂允许偏差 $\leq 2\%$ 。根据砂石含水量调整实际拌合用水量。对每批进场袋装水泥进行抽包实重检验。对于实际重量与理论重量偏差超过控制标准的,适时进行调整。用水量和外加剂掺量可按事先调整过的实际用量配制。计量控制的重点是骨料用量。严格要求运料手推车每车过磅,专人监秤计量,以确保重量计量准确。拌合时间由专人负责监督,主要部位报请监理旁站监控。

2.2.4 混凝土拌制

①混凝土拌制第一盘时,先加水空转搅拌机数分钟,充分湿润搅拌筒后将余水倒净。第一盘混凝土拌制因搅拌筒壁粘浆,因此,石子的用量应根据试验减量。第二盘始按配合比投料,投料顺序为:石子→水泥→外加剂→砂。

②普通混凝土搅拌时间不少于 120s,掺外加剂的混凝土搅拌时间不少于 180s。

③雨季(天)施工要勤测砂石含水率,随时调整用水量和粗细骨料用量。大雨时应停止混凝土浇筑作业。

④严格控制水灰比和坍落度:泵送混凝土坍落度控制在 $12 \pm 2\text{cm}$,要求每工作台班测定至少 2 次,发现偏差及时调整。

2.2.5 混凝土运输

混凝土搅拌完后,采用输送泵运至浇筑点,泵管

覆盖湿草帘。

2.2.6 混凝土浇筑

混凝土浇筑尽量避开最高温时间。

2.2.7 混凝土的养护

①在混凝土浇捣完后的 6~8h 内覆盖浇水养护,待混凝土收水后,在顶板表面覆盖塑料薄膜和 2 层湿草袋;外侧的模板表面覆盖 1 层薄膜和 2 层草帘。

②混凝土浇筑后,安排专人保湿养护,养护时间 $\geq 14\text{d}$ 。

3 结语

通过对混凝土耐久性的分析可知,为了保证混凝土的耐久性,除了提高认识外,重要的是合理选择水泥品种、选择质量良好的砂石骨料、控制水灰比及保证足够的水泥用量、掺入减水剂或引气剂,改善混凝土孔结构,提高混凝土的抗渗性和抗冻性、改善施工操作,保证施工质量。

参考文献:

- [1] 张云飞. 混凝土耐久性研究概述. 山东建材信息网, 2007(1).
- [2] 张誉. 混凝土结构耐久性概论[M]. 上海:上海科学技术出版社,2003.
- [3] 吴春辉. 影响钢筋混凝土耐久性的主要因素及提高耐久性的措施[J]. 露天采矿技术,2007(1).
- [4] 杨远龙. 提高混凝土耐久性的施工措施[J]. 安徽建筑,2007(2).

(上接第 167 页)

3.4 吸收和借鉴其它国家的经验

全球有 170 多个国家已经实现了免费的义务教育,各个国家又有不同的义务教育资助措施^[4],我国应借鉴发达国家或发展中国家所实施的义务教育资助制度,制定适合我国国情的资助措施,并优先在农村义务教育中推广,逐步的在我国全面实施,构成以“两免一补”为主,多种资助制度并存的格局,更好的补充“两免一补”实施过程中存在的漏洞和死

角。

参考文献:

- [1] 中国教育报. 2007-11-30-1.
- [2] 周济. 在教育部 2008 年度工作会议上的讲话. 2007-12-26.
- [3] 审计署. 54 个县农村义务教育经费保障及使用管理情况审计调查结果. 2008-7-4.
- [4] 教育部国际合作与交流组编. 世界 62 个国家教育概览[M]. 北京:首都师范大学出版社,2001.