

大体积混凝土热工计算中的若干应用问题

◆文/陈机构 刘金美

【摘要】 采用复合掺合料配制大体积混凝土,通过各种措施控制裂缝的产生,但在实际应用中发现热工计算温度值与实测值相差甚远,导致微裂缝出现,究其原因是规范跟不上新材料的发展,没指导数据所致。

【关键词】 大体积 热工计算 复合掺合料 裂缝

随着建筑业的高速发展和用地的紧缺,出现了高层、高耸标志性结构物,大体积混凝土也被广泛采用,裂缝的控制一直成为困扰工程技术人员的技术难题,特别是各种新型工业掺合料的出现,在实际应用中出现国家标准相对滞后,给大体积混凝土的温度裂缝的控制带来了更大的困难。

某跨国集团总部办公楼大体积混凝土构件主要包括B段桩基承台筏板、集水坑、消防电梯等部位。除7-10/A-B轴区域底板厚度为1.8m外,其余部位底板厚度为3.0m。混凝土强度等级为C50,抗渗等级为S12。混凝土质量评定龄期为60天,B段地下底板面积约为1700m²,混凝土总方量约4000m³,一次性浇筑完毕。

本工程混凝土的技术特点是:高强、高抗渗、大体积。为控制裂缝,从混凝土质量控制方面,我们进行材料的精选和配比的优化,以及热工计算,合理进行温度控制,主要考虑入模温度、最高温度及养护温度。

1 原材料与配合比设计

原材料的选择主要考虑到着两方面:一是极大降低水化热;二是提高混凝土的后期强度和密实性。

1.1 原材料

水泥:北京琉璃河水泥厂42.5普通硅酸盐水泥,细度330m²/kg,体积稳定性好,C3A含量小于7%,为水化热低的中热水泥,对厚大体积的高强混凝土有利于降低水化热,其化学成分见表1。

掺合料:河北宣化环城料业F75级磨细复合矿渣粉(78%矿渣粉+22%粉煤灰),比表面积为480m²/kg,28d活性指数为98%,流动度比为102%,烧失量2%。依据耐久性设计规范要求,复合掺合料能掺到50%,极大地降低了水泥用量,对大体积混凝土的水化热及温峰控制显著,有利于结构稳定性,同时后期强度增长更强劲。其化学成分见表1。

外加剂:北京中冶集团建筑研究总院生产的JD-10高效防冻剂,;山东寿光利飞UEA-D低碱膨胀剂,有利于补偿混凝土收缩。

骨料:粗骨料为三河5-25mm低碱活性山碎石,含泥量小于0.5%,针片状含量小于6%,吸水率小于2.0%。细骨料为承德低碱活性II区中砂,细度模数2.6-2.8,含泥量<2.0%。

表1 原材料的化学成分

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Loss	SO ₃	合计
水泥	22.01	4.85	3.4	65.01	2.57	0.25	-	98.09
复合粉	38.76	19.31	2.1	29.63	7.89	0.28	0.25	98.42

1.2 混凝土的配合比优化设计与试验

本文经过大量的前期试验,根据类似工程经验和专家意见,从以下角度确定配合比,以期在实际工程中得到应用。

①选用新型工业产品大掺量取代水泥,以提高混凝土耐久性、后期强度、降低水化热。

②采用60天龄期强度作为强度评定指标,以便减少水泥用量,降低早期水化热和收缩。

③添加膨胀剂,补偿混凝土的收缩。

④通过外加剂调整延长混凝土的凝结时间,延缓水化温峰值。

(送检)结果见下表2:

	3天水化热	7天水化热	备注
100% 水泥	270 kJ/kg	303 kJ/kg	水化温峰值一般发生在1至7天
60.6%水泥+39.4%复合粉	196 kJ/kg	227 kJ/kg	
(掺复合粉)水化热降低的比例	27.4%	25.1%	

1.3 混凝土的性能试验

强度等级	水胶比	砂率	水	水泥	砂	碎石	复合粉	减水剂	膨胀剂
C50S12	0.35	38%	170	285	655	1068	197	18.7	36
出机坍落度	1h坍落度	泌水率	含气率	收缩率	初凝时间	终凝时间	3d强度	60d强度	抗渗等级
220	200	45%	2.9%	-0.018	11h	16h	26MPa	63 MPa	S>12

1.4 混凝土的热工计算

(1)最大绝热温升

$$T_h = (m_c + K \cdot F) Q / c \cdot \rho$$

T_h —混凝土最大绝热温升(℃)

m_c —混凝土中水泥(包括膨胀剂)用量(kg/m³)

F —混凝土活性掺和料用量(kg/m³)

K —掺和料折减系数。按粉煤灰的折减系数取0.25。

Q —水泥28d水化热(kJ/kg·K),取375。

c —混凝土比热,取0.97

ρ —混凝土密度,计算得2430

$$T_h = (321 + 0.25 \times 197) \times 375 / (0.97 \times 2430)$$

$$= 58.90^\circ\text{C}$$

(2)混凝土中心计算温度

$$T_{t(t)} = T_j + T_h \cdot \xi_{(t)}$$

$T_{t(t)}$ —t龄期混凝土中心计算温度(℃)

T_j —混凝土浇筑温度,取10℃。

$\xi_{(t)}$ —t龄期降温系数,3m厚时取0.68

实际混凝土内部最高温度发生在浇筑最初1-7d,取3d龄期时混凝土中心计算温度计算得: $T_1(3d) = 10 + 0.68 \times 58.90 = 50.05^\circ\text{C}$

2 施工措施

(1)严格控制水化热量大的材料的温度,如水泥和复合掺合料的温度不得高于65℃,否则将采取静停降温处理措施。

(2)低混凝土的浇筑温度。现场交验温度为7-12℃,不得低于7度,入模5度以上。

采用二次振捣工艺。防止混凝土沉降收缩产生的裂缝,从而有效地提高了抗裂性。

(3)在混凝土中埋设水管冷却混凝土,降低混凝土内部温度。

(4)加强混凝土的保温保湿养护。根据混凝土温度计算应采用一层塑料薄膜、两层草帘覆盖,防止温差过大和表面失水。

3 存在问题及原因分析

在浇筑完第三天,根据施工方的实测混凝土的中心温度竟高达

(下转 236 页)

各承包商在施工中都建立、完善并执行了一套安全管理制度,其中包括安全生产责任制、安全生产教育制度、安全生产检查制度、安全事故的处理报告制度、现场施工安全值班制度,在此基础上,制定安全保护措施和安全操作规程。

5.1 项目部建立以项目经理为组长的安全领导小组,设专职安全工程师和专职安全员,负责全面的安全管理工作,做到有计划、有组织的进行预测、控制,预防事故发生。

5.2 建立安全生产责任制,明确各级人员的责任和权限,做到奖罚分明。

5.3 在参战职工牢固树立“安全为了生产,生产必须安全”的思想,贯彻执行“安全预防为主”的方针。

5.4 岗前培训,定期教育,操作工人持证上岗,并严格遵守各岗位安全技术操作规程。

5.5 重要项目反复进行技术、安全操作交底,明确每个岗位的安全责任。

5.6 加强对现场用电设施等容易引起安全事故的工作或工序的安全指导、检查和管理,现场安全标志标牌齐全。

6、环境保护与节约用地措施

xx 高速公路各承包商在确保工程质量、进度、安全以及文明施工的同时,还制定并落实了施工期间严格的环境保护措施。施工中坚持“以防为主,防治结合,统筹规划,合理布置,综合治理,化害为利”的原则,防止污染和破坏自然环境,从而使受损的生态环境减少至最低程度。

6.1 对于生活垃圾、废料、废方、废水做好了善后处理工作,避免了污染江河、堵塞交通以及对农田水利设施和排灌系统的影响。

6.2 较好地保护好了当地群众的庄稼、树木、花草。

6.3 运输机械尽可能采用排烟少、污染小的设备。

6.4 对噪音大的机械设备采取设置了消音装置。

(作者单位系江西省宜春市公路管理局上高分局)

(上接 232 页)

出、兼顾全面、结合实际、先进合理、语言简练。

5. 编制好进度计划。进度计划是施工组织设计的中心。编制者首先要根据工期定额和本单位自身的人力、物力、机械化程度,计算出在正常情况下能够取得理想效益的最佳工期,以利和投标书要求的工期进行比较、调整,但进度计划编制时的控制工期要比投标书要求的工期略有提前,用以增强投标的竞争力。因此,必须从实际出发,根据控制工期、建设项目的规模、结构、资金提供情况,制定出一个优化的进度计划,不仅要明确重要节点(如土方、基础、主体等)的完成日期,有时候对复杂的施工过程,还要排出详细的进度计划,如在钢筋砼主体结构施工阶段,明确砌体的插入时机,内粉刷、门窗、楼地面工程的施工安排,或机装、电气、水、暖通的配合与插入等。同时必须制订好相应的保证工期的措施。

6. 投标施工组织设计的进度计划宜用条形图,其进度表清楚、明了,而施工用施工组织设计中进度计划宜用网络图,网络图更能反映工序间的流水、交叉、配合作业,并更适合计算机管理。

7. 制订好保证工程质量的技术措施,质量是工程建设的核心,

投标者应根据招标书中要求的质量等级或高一级的质量等级和企业的自身素质,施工验收规范、质量等级评定标准来制订保证质量的技术措施,切忌低于招标书中要求的质量等级。

8、工程质量保证措施,一是制定各分部、分项工程中重点部分、特殊部位的质量保证措施;二是易发生质量通病的施工部位、施工工序的质量预防措施。

9、规划好施工平面布置图,搞好文明施工,这些虽然不是直接影响工程质量的原则问题,但是确是衡量投标方施工管理水平高低和是否注重社会效益的一个重要方面,招标方往往也相当重视。

五、结束语

总的来说,施工组织设计编制工作是工程技术和施工管理两大要素互相结合的过程。因此若想做好施工组织设计的编制工作,与时俱进,适应发展的要求,就要始终把坚持施工组织设计作为指导性文件,赋予其权威性,在编制、审批、实施、修正与经济核算等环节中,均给予应有的地位,对编制人员的劳动成果给予承认和报偿,以充分调动其积极性和进一步提高施工组织设计的编制水平。

(作者单位系南京建工集团丰盛科技园项目部)

(上接 234 页)

84℃,与计算值相差甚远,表面出现了不规则的微裂缝。我公司技术人员到现场发现最后经专家判定此些微裂缝为无害裂缝,不会影响混凝土的功能和使用。

为此,我们进行各方面的分析,究其偏差主要原因有:

(1) 工程中采用了新型工业复合掺合料,热工计算由于规范没有此材料的折减系数,当时是按粉煤灰取的数值。复合掺合料的水化速率和放热量值在混凝土复杂的多元体系中与粉煤灰的不同,我们知道,在掺量相同的条件下,矿渣粉和粉煤灰双掺的胶凝材料水化热最高,单掺矿渣粉的胶凝材料水化热次之,单掺粉煤灰的胶凝材料水化热最低,故其折减系数应该不同,这是导致温度偏差过大的主要原因。

(2) 由于保温层过厚,热量无法散出所致,后施工方撤掉一层草帘,温度开始下降。

(3) 环境因素的影响。毕竟计算属于理论,实际操作中各种过

程控制未必严格遵守了规范,存在误差的可能性。

4 结语与展望

从本工程出现的问题可见,由于现行标准规范跟不上新材料的发展,缺少对应详细的规范,使用不当易出现问题,从而使人产生误解,起不到指导预防作用,有些施工单位甚至禁止新型工业产品的使用,大大限制了其发展与应用,不利于在混凝土中新材料的推广和新元素的加入。希望相关部门能制定新材料的标准规范,求出复合掺合料温度计算的折减系数,同时对应用此材料时最小水泥用量的限制提出新规定,促进新材料的发展与应用,提高工程的应用技术。

参考文献

- [1] 吴景晖,董维佳.掺矿渣粉、粉煤灰对水泥热的影响[J].科学研究,2005,25(1):43-49.
- [2] 王铁梦.工程裂缝控制[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [3] 韩素芳,耿维恕.钢筋混凝土结构裂缝控制指南.

(作者单位系广东景泰混凝土有限公司番禺分公司)