

# 大体积混凝土表面保温保湿施工工艺研究

刘 华

(湖南建工集团总公司, 湖南 长沙 410011)

**摘 要:** 为了有效地解决构件尺寸临界于大体积混凝土与非大体积混凝土之间的混凝土施工问题, 研究了大体积混凝土产生温度裂缝的原因, 提出了“软包大模侧模保温保湿”的新施工方法。通过在浏阳水岸山城项目中的施工实践, 证明该方法对控制混凝土的温度应力具有较明显效果, 且该方法操作简单, 投入少, 具有较好的经济效益, 值得实际推广。

**关键词:** 大体积混凝土; 软包; 保温保湿; 施工工艺

中图分类号: TV544+.91

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)06-0071-04

## Construction Technology of Mass Concrete Surface Heat Preservation and Moisturizing

Liu Hua

(Hunan Construction Engineering Group Corporation, Changsha 410011, China)

**Abstract:** In order to effectively solve the concrete construction problem of the critical component size between mass concrete and none mass concrete, studied the temperature crack reasons of mass concrete, and proposed novel construction methods of "soft bag big mold side thermal insulation and moisture preservation". By the construction practice of Liuyang waterfront mountain city project, proves that the method has obvious effect to control concrete temperature stress, and it is simple, small investment and has significant economic benefits, worthy of the actual promotion.

**Keywords:** mass concrete; soft bag; heat preservation and moisturizing; construction technology

在工程建设过程中, 特别是有转换层的工程, 大体积混凝土的施工常困扰着施工人员, 其施工工艺直接关系到工程项目的造价和工程的总体质量。大体积混凝土施工的关键技术是要解决由于温度应力引起裂缝的问题。国外最早对大体积混凝土温度应力的研究是从上世纪30年代开始的, 美国加州大学威尔逊教授是国际上最早把有限元时间过程分析引入混凝土温度场分析的学者<sup>[1]</sup>。我国在大体积混凝土温度应力的研究方面一直处于世界前列。本文针对尺寸介于大体积混凝土与非大体积混凝土之间

的钢筋混凝土构件, 通过温度应力的原理分析, 解释了温度应力引起的裂缝问题, 提出了“软包大模侧模保温保湿”施工新方法, 并通过浏阳水岸山城项目的实际施工操作进行了验证, 对大面积推广该工艺具有现实的指导意义。

### 1 大体积混凝土概念及施工难点

大体积混凝土实际上是一个模糊的概念, 目前, 国内尚无明确定义, 国外的定义也不尽相同。日本

收稿日期: 2011-08-21

作者简介: 刘 华 (1979-), 男, 湖南益阳人, 湖南建工集团工程师, 硕士, 主要研究方向为建筑施工管理,

E-mail: dgqb1234@sina.com

建筑学会标准(JASS5)规定:“结构断面最小厚度在80 cm以上,同时水化热引起混凝土内部的最高温度与外界气温之差预计超过25℃的混凝土,称为大体积混凝土”<sup>[2]</sup>。美国混凝土学会(ACI)规定:“任何就地浇筑的大体积混凝土,其尺寸之大,必须要求解决水化热及随之引起的体积变形问题,以最大限度减少开裂”<sup>[3]</sup>。从以上2个定义可以看出,绝对截面尺寸的大小不是决定大体积混凝土的标准,是否产生水化热引起的温度收缩应力是2国共同关注的焦点。但因水化热又与截面尺寸有关,所以他们之间存在一定的内在联系。在我国,根据《混凝土结构工程施工及验收规范》的规定,对大体积混凝土的定义为:建筑物的基础最小尺寸在1~3 m范围内就属于大体积混凝土<sup>[4]</sup>。

对一些体型较大的构件,按大体积混凝土施工规范操作可以减少混凝土裂缝的出现。对一些尺寸在600~1 200 mm之间的构件,如果严格按照尺寸定位处理,势必对工程造成较大浪费,不处理又可能出现裂缝。探讨这些临界构件的施工技术,如果仅从水化热的角度去分析似乎又缺少根据,因其混凝土内部的变化确实存在着太多变数,使之对这些构件的处理在技术上存在相当的难度。鉴于以上情况,湖南建工集团总公司在水岸山城1号栋项目的转换层施工过程中,就尺寸在600~1 200 mm(临界于大体积和非大体积混凝土之间)构件的施工技术与建设方技术人员一道开展了科技创新,提出了“软包大模侧模保湿保温”的新颖施工方法。该方法在处理临界构件的工程施工问题时操作简单,效果明显,且投入成本较低,可获得明显的社会效益和经济效益。

## 2 大体积混凝土的温度应力分析

热胀冷缩的物理原理在大体积混凝土中得以充分体现。水泥水化产生热能,混凝土本身是热的不良导体,热能聚集在混凝土内部无法迅速消散。而混凝土表面因为裸露和空气接触,热能向外扩散,温度下降,表面会因为冷缩而产生拉应力。或者周边受到别的构件约束,在表面降温的过程中,也会产生拉应力。在这些过程中,温度应力定义为混凝土由于内外温度的升降变化而导致的应力。根据产生的条件,温度应力可分为以下2种<sup>[5]</sup>:

1) 自生应力。边界上没有受到任何约束或者完全静定的结构,如果内部温度是非线性分布的,由于结构本身的相互约束而出现的应力。例如,没有多余约束而处于外力平衡的混凝土构件,浇筑完以

后,内部温度升高,外部因为和空气接触,温度降低,混凝土内部产生的压应力和表面产生的拉应力可以互相抵消,应力达到平衡。

2) 约束应力。结构的全部或部分边界受到外界约束,温度变化时不能自由变形,因而引起的温度应力。如整体浇筑混凝土,大梁在浇筑完以后受到周边板的制约,在交界面上产生的温度应力。

大量工程实例证明,大体积混凝土出现的裂纹,基本都是早期出现而且是表面裂纹。分析其原因为:混凝土在浇筑过程中,由于水泥的水化过程,内部积蓄了巨大的热量,而外部在拆模以后,表面温度骤降,内外形成的巨大温度落差,导致内外应力不均衡,但此时混凝土还未达到相应的强度,光靠自身无法抵抗温度应力,如果没有及时采取保养措施,裂缝就很容易产生。总而言之,混凝土内外温差的变化(温差达到25℃)是导致产生裂缝的直接原因。针对这一应力产生的原因,如果施工人员能够采取有效措施,控制好内外温差的变化,就抓住了问题的本质,即可简单地解决大体积混凝土表面出现裂缝的问题。

## 3 项目特点及施工方法

浏阳水岸山城项目位于浏阳市荷花路,1号栋单层面积1 300 m<sup>2</sup>,总建筑面积25 397 m<sup>2</sup>,地下2层,地上22层。第1层为转换层,转换层的最大梁宽为1 200 mm,高2 100 mm,大部分梁宽为800 mm,高1 200 mm,还有部分梁宽为600 mm,高800 mm。这些构件的尺寸相对于普通梁来说,属于大型构件,但是按照大体积混凝土的定义,有些构件是处于临界尺寸的边缘。为了防止混凝土裂缝的出现,保证浇筑的质量,对于该层的梁,项目施工人员采用了“软包大模侧模保湿保温”施工方法。

### 3.1 施工工艺原理

针对混凝土在水化过程中内外温差较大而影响构件质量这一问题,该施工工艺主要采取一定的保温保湿措施。施工时采用普通竹木胶合且附有“软包”的模板,将其“软包”润水湿透(避免其吸收混凝土中的水份而减少混凝土的含水量,降低水灰比,进而影响混凝土在凝结过程中强度的增长),由于“软包”自有的保温效果使混凝土的外部环境无形中增加了一道保温层,均衡了混凝土核心温度,减小了其与外部环境的温差,控制了由于温度差而产生裂缝的影响。采用该施工方法可减少拆除侧模后加挂保温保湿措施的繁琐工序,同时,拆除下来的

棉被及棉布可收集了起来,再作为砼养护的覆盖物,节约了费用,减少了不必要的浪费,经济环保。

### 3.2 工艺特点及适用范围

该施工工艺的主要特点有:

1) 采用“软包大模侧模保湿保温”措施,能有效确保混凝土在水化过程中有足够的水份,使之水化更充分,保证混凝土龄期强度的增长,使混凝土的质量更有保障。

2) 由于有足够的湿度和保温条件,减少了混凝土的内外温差,从而减少了由于温差而开裂的影响,直接导致裂缝的减少。

3) 操作简单,工人在模板预先制作过程中一并完成,且简单安全,对工程进度无任何影响。

4) 与传统的工艺相比造价低廉,只需要投入少量费用,就可以达到与其他保温措施同样的效果,可有针对性地对临界大体积混凝土进行处理。

该施工工艺的主要适用范围:该工艺对临界于大体积与非大体积混凝土之间的混凝土构件,特别是小高层商住楼有转换层大梁的处理,梁宽在600~1200 mm范围内较合适。

### 3.3 施工工艺流程及操作要点

主要施工工艺流程为:施工准备—模板制作及安装—软包淋水饱和—混凝土浇筑。下面详细介绍该施工工艺的操作要点。

1) 施工准备。综合分析并判断哪些属于临界大体积混凝土构件,为施工准备好相关材料。该工程所使用的主要材料有:a. 10 mm厚吸水棉被,棉被要求厚薄均匀无破损,吸水性强;b. 棉布,布料韧性强,无破损;c. 大头钉和普通铁钉及其他普通支模所用材料。作业前,先对施工人员进行技术指导,做好对软包的保护措施,检查模板的尺寸和质量。施工作业中,尽量减少对软包的碰撞,以免影响混凝土构件的最终尺寸。

2) 模板制作及安装。首先将所需的模板制作成型,然后将模板摆放平整,在模板上铺设好棉被(厚10 mm),将棉布覆盖在棉被上,用大头钉钉牢(避免用射钉,因其不利于模板的二次周转),整体编号摆放好。模板按普通程序安装,在安装过程中注意不要损坏模板内侧的软包布体,两边及梁底模接触面和板底模接触面需特别注意用模板压紧压牢软包布体的边缘料,使之不在浇筑混凝土过程中“吃入”混凝土体中而影响结构。

3) 软包布淋水饱和。浇筑混凝土前除对模板进行湿水润湿外,还需特别注意将有软包模体的棉被和布润水湿透,达到饱和,以避免其吸收混凝土的

自身水份。

4) 混凝土浇捣。浇捣过程中,必须有专人进行检查。混凝土的浇捣在有软包的情况下需特别注意震动棒的位置,不要直接接触软包面,以免振烂软包布体面料,使其嵌入混凝土构件中而影响到混凝土的整体性,造成以后的修补。

## 4 质量控制

1) 临界混凝土构件模板的执行标准按GB5020—2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》执行。考虑到软包的厚度,因软包吸水后具有弹性,在养护过程中总水分会被吸收,模板尺寸必须比图纸尺寸每边大5~8 mm,这样才能保证模板拆除后,混凝土构件的尺寸符合要求。

2) 偏差控制。现浇混凝土结构模板安装时,其允许偏差应符合表1的规定。

表1 构件模板偏差控制参数  
Table 1 The control parameters of deviation for widget template

构件部位(现浇结构模板安装)	允许偏差/mm	
轴线位置	5	
底模上表面标高	±5	
截面内部尺寸	基础	±10
	柱、墙、梁	+4, -5
层高垂直度	不大于5 m	6
	大于5 m	8
相邻两板表面高低差	2	
表面平整度	5	

固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不得遗漏,且应安装牢固,其偏差应符合表2的规定。

表2 预埋件模板偏差控制参数  
Table 2 The control parameters of deviation for embedded part template

预埋件和预留孔洞部位	允许偏差/mm	
预埋钢板中心线位置	3	
预埋管、预留孔中心线位置	3	
插筋	中心线位置	5
	外露长度	+10, 0
预埋螺栓	中心线位置	2
	外露长度	+10, 0
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	+10, 0

3) 主要质量要求。制作模板时棉被必须敷设均匀,接口顶紧靠对齐拼密实,不得搭接,无大洞,平整,不得漏敷;特别是棉布应均匀覆盖,采用大头钉钉牢,将搭接口用透明胶带封死以免水泥浆流入软包布体内层。浇混凝土前将软包用水湿透,模板内的

木屑和垃圾杂物必须清理干净,垫块的铺设必须保证混凝土的保护层厚度,模板之间的拼接须平整,不得有漏缝,浇混凝土时注意保护好“软包”布体。

## 5 施工现场实测数据

在浏阳水岸山城项目中,实际采用“软包大模侧模保湿保温”施工方法后,项目部技术人员对现浇大梁中间和两侧的温度进行了测试,获得1组实测温度数据,见表3。

表3 实测大梁温度

Table 3 The actual measured temperature of big beam  $^{\circ}\text{C}$

项目	测 点						
	1	2	3	4	5	6	7
梁中	82	81	84	82	88	86	85
梁侧	63	60	65	61	67	66	66
温差	19	21	19	21	21	20	19

实测数据表明,采用“软包大模侧模保湿保温”措施后,梁的内外温差不超过 $25^{\circ}\text{C}$ ,有效地减少了内外温差,该工艺的实际效果是减少了混凝土裂纹的产生。

## 6 结语

采用“软包大模侧模保湿保温”施工工艺可解决那些临界大体积混凝土的施工技术问题,使这些临界大体积混凝土有了更好的拆除处理方法,简单、新颖,实践证明有效。与同类处理方法相比,该工艺只增加了梁侧模的布料和棉被的费用,节约了投资,提高了经济效益。因该方法控制了混凝土构件的内外

温差,明显改善温差应力,从而减少了混凝土由于温差影响而产生开裂的风险,综合效益明显,具有一定的推广价值。

### 参考文献:

- [1] 徐伟,吴春萍.大体积混凝土温度裂缝控制及分析[J].工程与建设,2007,21(6):882-884.  
Xu Wei, Wu Chunping. Mass Concrete Temperature Crack Control and Analysis[J]. Engineering and Construction, 2007, 21(6): 882-884.
- [2] 曹建阳.桥梁工程中大体积混凝土裂缝的原因与防治[J].中西部科技,2007(7):17-18.  
Cao Jianyang. The Reason of Mass Concrete Crack in the Bridge Engineering and Its Prevention[J]. Science and Technology of West China, 2007(7): 17-18.
- [3] 尹建勋.大体积混凝土施工表面温度裂缝控制工艺[J].山西建筑,2006,32(18):126-127.  
Yin Jianxun. Technique of Controlling Surface Temperature Crack in Large-Volume Concrete Construction[J]. Shanxi Architecture, 2006, 32(18): 126-127.
- [4] 朱伯芳.大体积混凝土温度应力与温度控制[M].北京:中国电力出版社,1999:239.  
Zhu Bofang. Temperature Stress and Temperature Control of Mass Concrete[M]. Beijing: China Power Press, 1999: 239.
- [5] 王可,刘书贤.大体积混凝土温度裂缝原因及控制措施[J].山西建筑,2008,34(9):162-163.  
Wang Ke, Liu Shuxian. The Reasons of Mass Concrete Temperature Cracks and the Controlling Steps[J]. Shanxi Architecture, 2008, 34(9): 162-163.

(责任编辑:李玉珍)