

文章编号 1000-5013(2006)02-0219-03

# 预防商品混凝土开裂的早期养护措施

苏世灼

(华侨大学建筑设计院, 福建 泉州 362021)

**摘要** 通过试验观测,分析不同养护条件下商品混凝土早期收缩裂缝发生和发展规律.文中指出提高混凝土早期强度和及早养护,可减小混凝土内部应力(包括收缩应力和温度应力).加强早期养护既可提高混凝土初始强度,又可减小混凝土内部应力,是减少混凝土裂缝的有效手段.

**关键词** 商品混凝土,早期养护,收缩,裂缝

**中图分类号** TU 528.064

**文献标识码** A

在应用商品混凝土的工程项目中,有不少混凝土梁、板结构出现裂缝<sup>[1]</sup>.它的出现不但影响建筑物的观感和防水等,更重要的是降低结构的承载能力、缩短钢筋混凝土结构寿命,影响建筑物的安全使用.混凝土是一个非常复杂的非匀质体系,对某种收缩起控制作用的因素可能对另一种收缩有利.因此,要彻底解决混凝土的体积稳定性问题,必须综合考虑各种变形(包括各种收缩和膨胀),并把它们归为一种“合变形”加以考虑<sup>[2]</sup>.本文讨论早期养护条件对商品混凝土裂缝的影响.

## 1 基本思路

在研究商品混凝土裂缝的过程中,我们发现早期养护条件对商品混凝土的早期(成型后的前 3 天)收缩量影响较大<sup>[3]</sup>,而混凝土的早期收缩又是引起混凝土开裂的主要原因<sup>[4]</sup>.根据《GBJ 82—85 普通混凝土长期性能和耐久性试验标准方法》的规定,测量混凝土收缩值是在混凝土成型时预埋测头,待养护 3 d 拆模后才第 1 次测读数据,这样就忽略了最早 3 d 的混凝土收缩量.为了研究混凝土的早期收缩-开裂规律,测量混凝土成型后的前 3 d 早期收缩量有着重要的意义.但这时的混凝土强度很低,特别是成型后的第 1 天,几乎无法拆模测其收缩值.因此,我们采用带模养护阶段观察混凝土与模具端面之间裂缝的发生和发展情况,测量不同养护条件下混凝土的开裂宽度和收缩量.在 100 mm×100 mm×515 mm 钢模具内侧薄涂一层机油,然后在其 5 个内侧面衬上一张四角裁开的塑料薄膜,再浇注成型混凝土试件,减小模具对混凝土试件收缩的粘滞阻力.成型后,以不同的养护方案进行养护,利用读数显微镜测量各龄期混凝土试样两端与模具端板的裂缝宽度之和,推算混凝土的早期相对收缩量并加以分析.

## 2 原材料及主要试验设备

(1) 原材料.水泥为某品牌 PC.32.5 R 水泥,细度 3.4%,标准稠度 27.2%,初凝时间 165 min,终凝时间 225 min,3 d 抗折强度为 5.2 MPa,抗压强度为 23.3 MPa;28 d 抗折强度为 8.3 MPa,抗压强度为 42.7 MPa.砂为中砂,细度模数为 2.8,泥的质量分数为 3.0%;碎石为花岗岩,粒径为 20~40 mm;减水剂为 TW-A 缓凝高效减水剂;粉煤灰为

表 1 混凝土原材料配合比(kg·m<sup>-3</sup>)

| 强度等级 | 水泥  | 砂   | 碎石    | 水   | W/C  | 塌落度/mm |
|------|-----|-----|-------|-----|------|--------|
| C25  | 317 | 707 | 1 154 | 190 | 0.60 | 50     |

某热电厂 I 级粉煤灰.本文涉及到的试样,

如未另说明,其配合比如表 1 所示.(2) 模

具为 100 mm×100 mm×515 mm 的钢模;显微镜为 JC-10 型读数显微镜(上海光学仪器六厂).

收稿日期 2005-11-14

作者简介 苏世灼(1963-),男,高级工程师,主要从事土木工程的研究. E-mail:sszdlss@hqu.edu.cn

基金项目 福建省科学技术厅重点科研基金资助项目(2001H047)

### 3 不同养护方案下的现象和结果分析

#### 3.1 养护方案 1

混凝土成型后带模晒不同时间,然后浇水养护.目前,施工单位大都在混凝土成型后 6~24 h 才开始洒水养护.为探索混凝土室外成型后初期养护制度对收缩的影响,混凝土成型后经夏日暴晒不同时间( $t$ ),然后在保湿养护期间观测其收缩-开裂情况.由于晒的条件与太阳烈度、风速等有很大的关系,因此采用同条件暴晒的水分蒸发量作为试验条件,并以此对比参照作为基础资料,同时比较水在砂浆、砂石骨料中的蒸发情况.养护条件和水分蒸发量( $Q$ )比较,如图 1 所示.从图 1 可知,在相同蒸发条件下,蒸发量依次为砂浆、混凝土、掺 TW-A 混凝土、掺有砂石的水和自来水.掺有碎石的水蒸发量从第 21 小时赶上混凝土和掺有 TW-A 的混凝土,主要原因是它们后期可供蒸发的水较多且砂石吸热性优于纯水.收缩裂缝蒸发试验,如图 2 和表 2 所示.表中, $l$  为试模净长, $d$  为收缩裂缝值.试验结果清楚表明,混凝土成型后不暴晒或暴晒时间不超过 1 h 就开始湿养的方案,至 14 d 仍

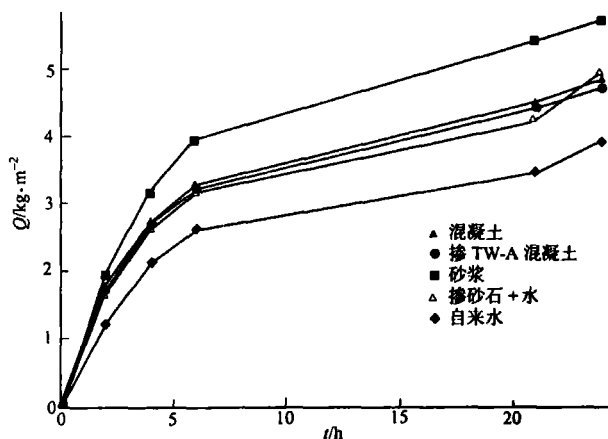


图 1 各种材料 24 h 室外日晒蒸发量

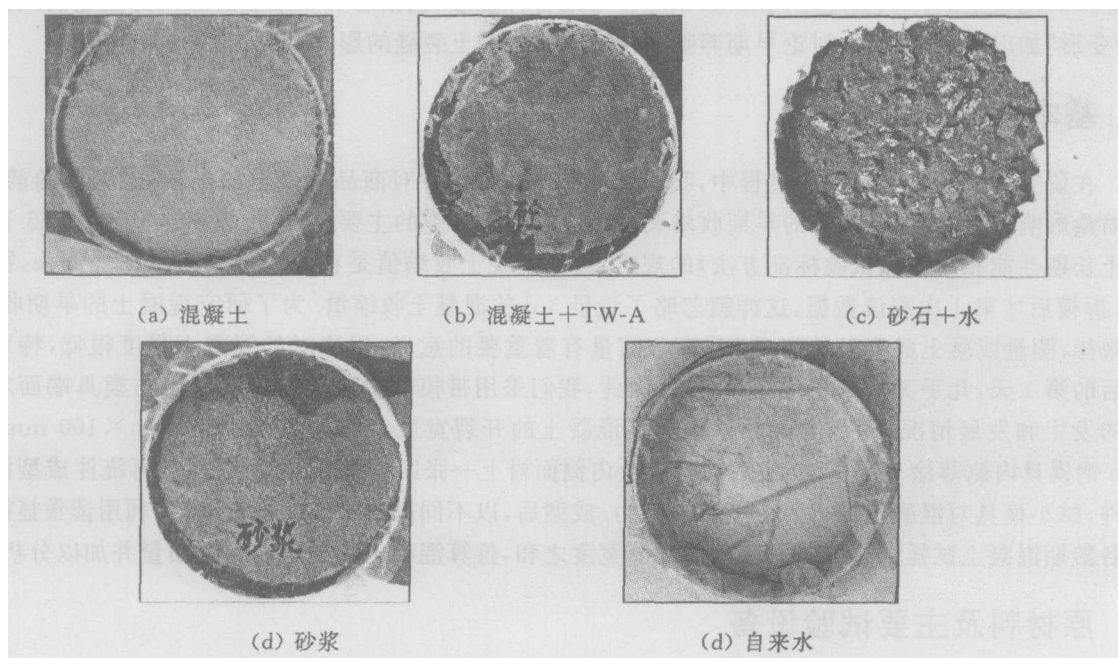


图 2 蒸发试验

未见试样裂纹,至 28 d 才微见混凝土端部与钢板接触处有纹丝出现.随着湿养前暴晒时间的延长,初养裂纹逐渐增大,但湿养过程中裂缝发展缓慢.这是由于混凝土在室外成型后,水分蒸发较快,初期主要是蒸发混凝土泌出的表层水分.根据 Laplac 理论,只要蒸发速度不超泌水速度,混凝土毛细管中仍充满自由水,混凝土中就不存在毛细管吸附应力.此时,混凝土总体积虽减小,只是垂直方向自上而下的减小,水平方向没有变化,也就不可能在混凝土内部产生收缩应力.暴晒 1 h 并湿养 28 d 的效果几乎与全湿养一样.这就是因为试验混凝土晒 1 h 仍处于塑性泌水期,蒸发量未超过泌水量.

表 2 带模晒不同时间再覆盖湿养收缩裂缝值

| $t/h$ | $l$<br>/mm | $d/mm$ |      |      |      |      |
|-------|------------|--------|------|------|------|------|
|       |            | 1 d    | 3 d  | 7 d  | 14 d | 28 d |
| 0     | 515        | —      | —    | —    | 无裂纹  | 0.04 |
| 1     | 515        | —      | —    | —    | 无裂纹  | 0.04 |
| 4     | 515        | 0.42   | 0.46 | 0.50 | 0.56 | 0.58 |
| 20    | 515        | 0.76   | 0.79 | 0.81 | 0.83 | 0.84 |
| 24    | 515        | 0.82   | 0.82 | 0.83 | 0.85 | 0.88 |

混凝土在无收缩应力环境下凝结硬化,因此,湿养 28 d 几乎无裂纹产生.

3.2 养护方案 2

混凝土成型后,先在室内带模养护不同时间,再移到室外条件自然养护.该试验的目的是研究混凝土成型后先在室内养护不同时间( $t_2$ )后,再移到室外条件自然养护的收缩规律.在室外养护过程中虽经历风吹、日晒、雨淋交替作用,但它更贴近工程实际<sup>[5]</sup>.养护条件如表 3 所示.由表 3 可见,即使养护时间达 24 h,移至室外暴晒后,仍很快就有裂缝出现,当然室内养护时间越长,收缩量越小.本次试验还做了混凝土成型后在室内分别养护 3 d,7 d 和 14 d,然后移到露天自然养护的情况.实验发现,人工养护 3 d 后移出室外,混凝土就很少出现裂缝;如果人工养护 14 d 后再移出室外,混凝土就几乎不出现裂缝.

表 3 混凝土成型后室内带模养护不同时间移到室外晒收缩情况(mm)

| $t_2/d$      | 1    | 7    | 14   | 28   | 180  | 360  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| 室内 3 h 移室外晒  | 0.30 | 0.34 | 0.38 | 0.36 | 1.54 | 1.86 |
| 室内 6 h 移室外晒  | 0.20 | 0.22 | 0.25 | 0.21 | 0.82 | 0.96 |
| 室内 12 h 移室外晒 | 0.12 | 0.14 | 0.17 | 0.17 | 0.67 | 0.80 |
| 室内 24 h 移室外晒 | 0.11 | 0.13 | 0.15 | 0.16 | 0.38 | 0.42 |

3.3 两种试验结果的综合分析

养护方案 1 分析了先暴晒后养护的情况,方案 2 研究先养护再暴晒的情况.混凝土成型后及时养护,其收缩较小,并且养护时间越长,后期收缩量越小.当混凝土达到一定初始抗拉强度后,即使毛细管水分再蒸发,产生毛细管压力,混凝土也不会有太大的收缩.Laplace 也证明了这点,即当混凝土初始抗拉强度大于毛细管吸附力  $f(f=\sigma\cos\theta/2r)$  时,混凝土不会产生裂缝.这里,混凝土初始抗拉强度与混凝土抗压强度相关,混凝土抗压强度又与初始养护时间有关<sup>[6]</sup>.

4 结束语

根据大量的试验研究和实际工程试验观察,可得出以下 3 点结论.(1) 加强早期养护可减小混凝土内部收缩应力,早期养护开始的时间越早,养护时间越长,混凝土的收缩量就越小,由此引发的内应力就小.(2) 混凝土具有的早期强度越高,抗收缩能力越强.(3) 混凝土成型后,在初凝前应进行两次抹面;终凝前,应及时保湿养护,且连续保湿时间不小于 3 d,混凝土养护时间不小于 14 d.

参 考 文 献

1 苏世灼. 楼板裂缝问题浅析[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2000,21(2):178~181  
2 桂海清,葛 伟,王周松,等. 高强高性能混凝土的体积稳定性[J]. 材料科学与工程学报,2003,21(3):460~463  
3 阎培渝. 新标准实行后普通水泥性能的变化及其对混凝土的影响[J]. 水泥技术,2002,(3):5~7  
4 程志恒. 商品混凝土早期施工裂缝的成因与防治措施[J]. 混凝土,2004,(4):21~22  
5 苏世灼. 新加坡的工程监理与质量监督[J]. 福建建筑,1999,(3):54~55  
6 阎培渝,廉慧珍. 对我国水泥标准修改的几点意见[J]. 中国水泥,2004,(5):19~20

Commercial Concrete Curing Measures to  
Prevent Crack at Early Stage  
Su Shizhuo

(Architectural Design Institute, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China)

**Abstract** Based on the experiment observation, The crack occurrence and its development at early stage under different curing conditions are analyzed. It is pointed out that the increase of concrete strength at early stage and early curing can reduce the internal stress including both the shrinkage and temperature stresses. The reinforcement of the curing at early stage can increase the initial strength of concrete, and decrease the internal stress of concrete as well, so is the effective measure to prevent concrete crack.  
**Keywords** commercial concrete, curing at early stage, shrinkage, crack