

# 机场道面砼塑性收缩裂缝原因分析与防治

邓春阳 徐昭慧 邓可库

中国航空港建设第七工程总队

**摘 要:** 结合工程实际, 通过试验对机场道面砼塑性收缩裂缝原因分析, 探讨了防治措施。

**关键词:** 机场道面; 塑性收缩裂缝; 防治措施

## 1 水泥砼道面的塑性收缩裂缝问题

### 1.1 塑性收缩裂缝的现象和性质

#### 1.1.1 塑性收缩裂缝现象

人工施工的普通素水泥砼道面, 当养护措施尚未采用以前, 即砼初凝前, 新拌砼处在泌水过程中或泌水后的柔软塑性状态, 表面产生的杂乱或定向的裂纹现象, 称作塑性收缩裂缝。又称凝结前裂缝。

观察表明: 塑性收缩裂缝在水泥砼道面上的发生时间在道面施工后 45 min 到 4 h 之间, 过了砼的初凝时间, 砼具有一定的抗裂能力, 就不会发生了。

#### 1.1.2 塑性收缩裂缝的性质

##### (1) 原生塑性施工裂缝

新拌砼未达到相对均匀连续多相物系造成的塑性收缩裂缝。如抹面不当等料或欠振的新拌砼所产生的塑性收缩开裂是原生微裂纹, 其后的塑性收缩裂纹, 仅尺寸增大而已, 这种现象应当在施工中采取措施加以消除。

##### (2) 塑性收缩裂缝

从塑性收缩裂缝的性质上讲, 它是在砼尚在柔软塑性状态时, 砼表面失水蒸发干燥, 同时蒸发降温, 水泥水化所发生的干燥收缩, 温度收缩和化学减缩共同相互作用的结果。表面蒸发失去水份, 发生干缩, 同时失水又带走热量, 使表面降温, 发生温缩与发生温缩与否取决于热量及温度平衡条件。水泥在遇水的最初 1.5~2 h 内, 处于初始快速放热水化期, 实测砼面板中部温度可提高 1~3℃, 化学减缩在最初 2 h 主要表现是泌水, 泌水并不引起开裂, 自由水在表面代替了砼中的蒸发水, 对抵抗塑性收缩裂缝有利。

由上述分析可见, 塑性收缩定性地讲, 以干缩为主, 以温缩和化学减缩为辅。定量地讲新拌砼发生塑性收缩开裂与否, 裂缝多少不仅与外界因素造成的干缩、温缩和水泥的化学减缩有关, 还与新拌砼材料抵抗塑性收缩裂缝的能力有关, 是一个多因素交互

影响的复杂问题。

砼中水份的蒸发速率直接与施工时外界的风速相对湿度、气温、日照和养生措施采用的早晚有关。新拌砼抵抗塑性收缩裂缝的能力与原材料细颗粒含量, 配合比中水泥浆和砂浆含量, 新拌砼的匀质性和离析与否有关。

从以上砼道面产生塑性收缩裂缝的性质和原因可知, 防止塑性收缩裂缝的措施应从材料、施工和环境 3 个方面, 围绕 2 个核心问题进行, 一是减少表面蒸发率, 二是增大材料的抗裂能力。

### 1.2 塑性收缩裂缝严重程度, 危害和处理方式

据我所观察了解的机场道面塑性收缩裂缝是一个在我国不论北方和南方的普遍性问题。

人工施工的水泥砼道面按塑性收缩裂缝的程度可划分为 3 种。

#### (1) 轻微的塑性收缩裂缝

轻微塑性收缩裂缝在道面板表面上可出现单条, 也可出现多条裂缝成片分散在几块板上, 它的分布是无规律杂乱的, 裂缝宽度大约为 1 mm 左右, 长度约 0.2~1 m 不等, 这种塑性收缩裂缝的深度较小, 一般为 1~4 cm 左右, 在机场道面上也称发丝裂纹或称龟裂。

轻微塑性收缩裂缝在人工施工的水泥砼道面可出现, 一般是材料因素加上环境大蒸发条件造成的, 它的危害程度不严重, 仅影响砼道面的使用耐久性。如加大了水的渗透性降低了道面抗冻性、耐磨性和耐疲劳性。可不作处理或适当处理, 目前的观测, 在通航 5~8 a, 短期内没有发现问题。

#### (2) 中度的塑性收缩裂缝

中度的塑性收缩裂缝, 裂缝宽度为 2 mm 左右, 长度在 1~2 m, 深度为 5~10 cm, 其产生原因很复杂, 有施工方式, 材料因素和外界环境的众多因素的影响。

这种塑性收缩裂缝危害将比轻微裂缝大得多, 为在使用期间保持水泥砼道面板的整体性和使用功

能, 对中度塑性收缩裂缝必须进行处理, 处理方法有各种粘结剂灌缝或打掉表层开裂部分再加钢筋网施工上层, 灌缝要求灌满, 并要达到砼抗折强度 4 5 M Pa 要求, 否则就必须用第二种处理方法。

(3) 严重的塑性收缩裂缝

严重的塑性收缩裂缝, 一般裂缝, 宽度 3~ 5 mm、深度 10~ 15 cm, 长度可达 4~ 5 m。它的裂缝严重程度要比前二种塑性收缩裂缝大得多, 危害很大, 它将砼道面分割成了破碎小块, 无法保证道面的整体板块和使用性能。

出现了这样严重塑性收缩裂缝的水泥砼道面必须打掉重做。

2 塑性收缩裂缝的实验研究

2 1 实验原材料和配合比

2 1 1 原材料

(1) 水泥

新疆普通硅酸盐水泥 42 5 级, 其物理力学性能见表 1。

表 1 新疆普通硅酸盐水泥 42 5 级, 物理力学性能表

抗折强度/M Pa			抗压强度/M Pa		
3 d	7 d	28 d	3 d	7 d	28 d
4.78	5.94	7.10	29.3	37.4	49.2
标准稠度 细度 安定性			凝结时间 30		
需要量/% 80μm 筛 蒸煮			初凝 终凝		
29.33 1.6% 合格			2 15 3 40		

(2) 砂子、石子

砂子: 新疆水洗砂细度模数 2.67, 视比重 2.65, 含泥量 0.1%。

石子: 新疆砾碎石, 最大粒径 40 mm。

两级配: 小石子 5~ 20 mm, 大石子 20~ 40 mm, 配制比例 60: 40。

(3) 土: 新疆土壤, 风干后过 0.16 mm 的方孔筛。

2 1 2 实验配合比

实验配合比见表 2。

表 2 塑性收缩裂缝实验的配合比表

试件	混凝土配合比				水泥	外掺料	坍落度
编号	1	o/c	s/c	c/c	/(kg·m <sup>-3</sup> )	(土)/kg	/cm
T1	1	0.47	1.65	3.80	345	13.3	3.8
T5	1	0.49	1.65	3.64	345	66.3	2.0
T10	1	0.50	1.65	3.45	345	132.5	1.4

2 1 3 计算公式

蒸发率公式

$$En2 = \frac{W_n - W_o}{bxL \times T}$$

式中,  $W_n$  为实验开始时的重量(kg)。  $W_o$  为实验结束时的重量(kg)。  $bxL$  为砼实验瓷盘的表面积( $m^2$ )。  $T$  为实验的总时段(h)。

塑性收缩裂缝应变

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^n \epsilon_i}{N}$$

$N$  是每种砼的试件数量。  $n$  是各自裂缝数上限。  $\epsilon_i$  是每个试件的塑性收缩裂缝应变。

3 实验结果分析

粗集料含土对砼塑性收缩裂缝的影响试验, 结果见图 1, 图 2。实验环境: 日照充分, 平均温度 38.4℃; 相对湿度 30%; 风速 3.55% /s。此项试验是从施工最不利的粗集料条件出发的, 含土量以碎石的百分数计。

(1) 当砼中含土量增加时, 初裂蒸发率将大大增加, 即新拌砼中含土量越多, 蒸发速度越快, 塑性收缩裂缝形成得也越快。初裂蒸发率与水的蒸发率比当含土量 10%, 为 2.22; 含土量为 5%, 为 1.53; 含土量 1%, 为 1.33。总平均蒸发差别较小。见图 1。

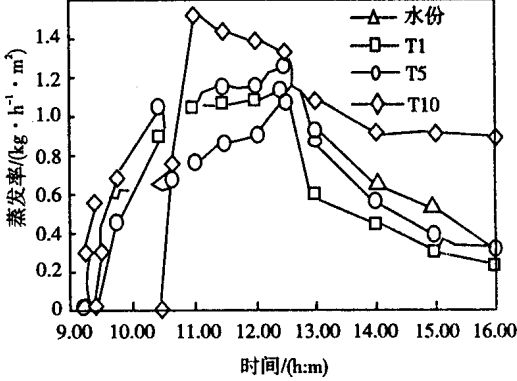


图 1 碎石含土量与塑性收缩裂缝关系

(2) 含土量越多, 裂缝系数、宽度和长度都增大, 见图 2, 实验结束时的塑性收缩裂缝应变亦很大, 纯土泥浆为 4.612%, 含土量 10% 的砼为 0.324%, 含土量 5% 为 0.25%, 含土量 1% 砼为 0.19%, 不含土的砼为 0.186%。

从上述实验看: 影响砼板面塑性收缩裂缝主要因素有 2 个, 第 1 是内因: 砼原材料质量和级配; 第 2 是外因: 风速、表面温度和相对湿度。

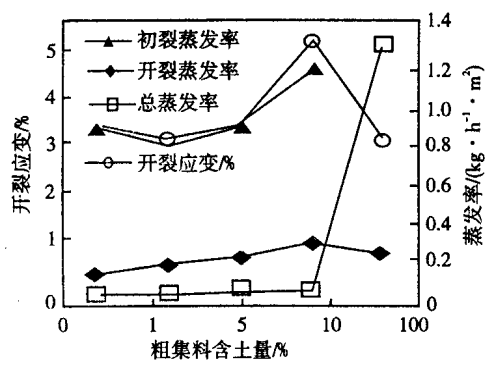


图 2 土对砼蒸发率及开裂应变影响

4 砼道面塑性收缩裂缝防治方法

4.1 从砼抗裂能力着手防止塑性收缩裂缝

- (1) 严格控制砼原材料中泥土含量, 试验表明土对塑性收缩裂缝的影响最大, 按现行规范规定, 严加控制。严防推土机和装载机将底部的土铲入集料。
- (2) 水泥的品种标号对塑性收缩裂缝的影响主要表现在水泥的细度上, 较粗的水泥, 水泥用量较小, 对防止塑性收缩裂缝有利。
- (3) 砼配合比是砼各种组成材料的数量比例, 砼骨料用量愈大, 其收缩系数愈小, 水泥浆含量愈多, 收缩系数愈大。因此, 合理选用级配, 采用水化热较低的水泥, 是降低砼收缩裂缝的主要途径。
- (4) 施工中应防止砼离析、砂浆聚集, 引起塑性收缩裂缝。新拌砼稠度要均匀, 否则砂浆厚度不一, 砂浆厚的地方就会开裂。

4.2 从施工因素防止砼道面产生塑性收缩裂缝

- (1) 尽可能控制好新拌砼坍落度和振动粘度的稳定性, 面层砂浆尽量均匀。砼表面砂浆层厚度对防止塑性收缩裂缝意义重大, 过厚的砂浆层更容易导致塑性收缩裂缝。

(2) 砼施工时, 把好振捣关, 指定专人控制振捣时间, 做到不漏振, 不少振, 不过振, 及时养护, 保持砼在养生期内充分湿润。

(3) 砼施工现场应有照明设施, 可进行夜间施工, 避开日照强烈或大风的最不利的白天施工时间。

4.3 控制施工环境对塑性收缩裂缝的不利影响

(1) 太阳辐射对砼道面塑性收缩裂缝有很明显的影响, 夏季施工当太阳辐射强烈, 气温超过 30 时, 应当避开从 11~ 15 时塑性收缩最大最不利的时间或采取养生棚措施。

(2) 砼表面温度对塑性收缩裂缝有较大影响, 高温使砼的最大蒸发率和总平均蒸发率提高, 塑性收缩裂缝的时间缩短, 砼随着温度的变化而发生膨胀或收缩现象, 称为温度变形。温度控制内容包括材料的选择, 砼的配合成分 (特别是水泥用量) 以及采取的养护手段, 后期保护等, 砼养护不仅要满足强度增长的需要, 更主要通过人工的温度控制, 防止因温度变形引起砼道面开裂。所以砼在夏季施工前, 应对基础进行洒水降温, 特别是盖被砼工程这样可以减少温差。我们做了道面洒水降温试验, 结果见表 3。

表 3 道面洒水降温试验

空气温 度/	砼道面 温度/	道面洒水降温/		蒸发量 /(kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )
		表面湿润	表面积水	
30~ 32	41~ 42	35	32	1. 13

(3) 风速对塑性收缩裂缝有很大的影响, 风速增大, 砼塑性收缩裂缝过程由窄变宽, 同风速成正比, 所以在砼施工中避开大风天气。

收稿日期: 2003-07-03  
邓春阳: 男, 1960 年生, 高级工程师; 宝鸡市, 中国航空港建设第七工程队 (721000)。