

# 机场道面新型混凝土抗裂性试验

敦 晓, 王硕太, 黄灿华, 薛 菁

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘 要:**针对传统的普通道面混凝土施工后经常出现裂缝的现象,分析了裂缝产生的原因,提出在普通道面混凝土中掺加粉煤灰、聚丙烯纤维的新型道面混凝土,采用平板法进行了抗裂性能对比试验。结果表明:在普通道面混凝土中单掺粉煤灰或聚丙烯纤维,都能提高混凝土的抗裂性,而粉煤灰和聚丙烯纤维双掺的新型道面混凝土更能有效防止裂缝的发生,显著延长道面使用寿命。

**关键词:**机场道面;新型混凝土;抗裂性;平板试验

**中图分类号:** TU528.01    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2006)06-0029-03

最近几年,随着新型战机陆续投入使用,对道面的承载力提出了更高要求,混凝土设计抗折强度由 4.5 MPa 提高到 5.0 MPa 或更高<sup>[1]</sup>,但在施工阶段裂缝现象仍然存在,严重影响了道面的施工质量和使用要求,使道面使用寿命明显降低。因此,研究具有高强度、高抗裂性的新型道面混凝土,防止裂缝的发生,提高道面混凝土的体积稳定性和耐久性,具有重要的现实意义。

## 1 道面裂缝原因分析

机场道面裂缝的产生是因为混凝土的收缩或膨胀与其自身的力学性能不相适应所造成<sup>[2]</sup>。除与干燥收缩、水蒸发速率、降温速率、结构约束程度等外部因素相关外,主要与混凝土内部界面过渡区的性质、水泥石韧性、骨料性能、混凝土强度、外加剂的选用等材料自身的原因和现场施工原因有关<sup>[3-4]</sup>。

### 1.1 材料原因

混凝土裂缝与水泥的安定性、强度、细度、C<sub>3</sub>A 含量、水泥的用量、使用时的温度等有关。水泥强度偏高, C<sub>3</sub>A 含量增加,细度增加,需水量增加,往往容易产生收缩裂纹。当砂石中含泥量偏大或含杂质过多时,妨碍了水泥与砂石之间的咬合与粘结,弱化了砂石界面结构,降低了界面强度,也降低了混凝土的强度,特别是降低了抗拉强度,混凝土收缩变形越大,裂缝越严重。

### 1.2 施工原因

夏季施工时,由于昼夜温差大,在混凝土浇筑初期,经历了一次降温过程,在混凝土表面引起急剧的温降,由于混凝土是热的不良导体,将形成很陡的温度梯度,严重限制了混凝土的急剧收缩,从而产生较大的拉应力并导致混凝土表面的开裂。另外,混凝土浇筑时遇到高温、大风天气,如不及时采取有效防护措施,将导致表面水分的过快蒸发,也会在混凝土表面产生裂缝。因此,有必要对道面混凝土的抗裂性进行试验研究,寻求有效防止道面混凝土产生裂缝的新材料。

## 2 试验材料、配合比与方法

### 2.1 试验用材料

水泥为陕西耀县秦岭牌 42.5RP.0 水泥;砂子为灞河中砂,细度模数为 2.73;石子为富平石灰岩碎石,5

收稿日期:2006-06-05

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:敦 晓(1983-),男,陕西西安人,硕士生,主要从事机场施工与材料研究。

mm-20 mm、20 mm-40 mm 两级配;粉煤灰为渭河电厂 I 级粉煤灰;膨胀剂为西安市红旗混凝土外加剂厂生产高效混凝土膨胀剂 UEA-S;纤维为北京市福丝达化学纤维有限公司生产聚丙烯纤维,纤维长度 19 mm。

## 2.2 混凝土配合比

根据目前机场道面施工已用或拟用的混凝土配合比<sup>[5]</sup>,选取了普通道面混凝土(P)、掺粉煤灰道面混凝土(F)、掺膨胀剂道面混凝土(U)、掺聚丙烯纤维道面混凝土(X)、粉煤灰与聚丙烯纤维双掺道面混凝土(FX)等 5 种类型的混凝土,并制作了相应的抗折试件,试件尺寸为 150 mm×150 mm×600 mm。这些试件经过 28 天的标准养护后,对其进行了抗折强度和抗压强度(抗折试件断头)的检测。所选 5 种混凝土配合比与试验结果见表 1。

表 1 混凝土配合比与试验结果

编号	水灰比	水泥/kg	外掺剂/%	外掺剂/kg	用水量/kg	水胶比	$S_p$ /%	$V_b$ /s	$f_f$ /MPa	$f_c$ /MPa
P	0.46	320	-	-	147	0.46	28	20	5.94	51.43
F	0.52	280	25	93	146	0.39	26	26	8.90	65.30
U	0.46	273	12	37	143	0.46	28	22	6.21	50.44
X	0.46	310	-	X0.9	143	0.46	28	40	6.92	49.82
FX	0.52	280	F25	F93X0.9	146	0.39	26	55	7.45	64.88

## 2.3 试验方法

本文采用平板法<sup>[6]</sup>。平板试模尺寸为 560 mm×465 mm×100 mm,用弯起的波浪形的薄铁板提供约束。如图 1 所示。高温试验环境温度为  $38 \pm 1^\circ\text{C}$ ,相对湿度为 40% 左右;常温试验环境温度为  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ,相对湿度为 60% - 70%,电风扇直接吹表面,风速为 5 m/s。用 50 倍读数显微镜跟踪观测,记录初裂时间、裂缝尺寸、裂缝数量。高温观测 3 h,常温观测 12 h。

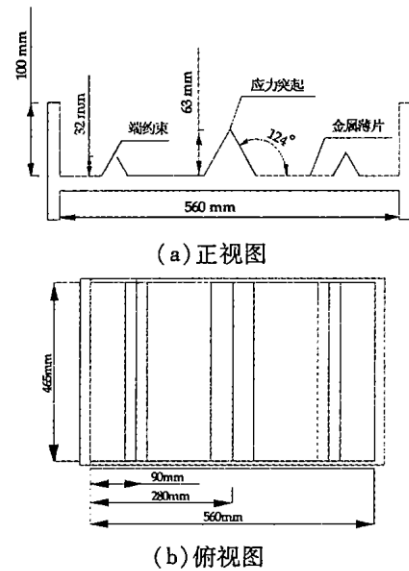


图 1 平板法试验装置示意图

## 3 试验结果与机理分析

### 3.1 试验结果

高温与常温条件下 5 种类型混凝土的裂缝观测结果如表 2 所示。

表 2 常温/高温条件下裂缝观测结果(“/”后为高温观测结果)

编号	初裂时间 (h:min)	裂缝初始 长度/mm	裂缝初始 宽度/mm	裂缝总条数	裂缝总长 度/mm	裂缝最大 宽度/mm	裂缝最小 宽度/mm
P	1:35/1:05	65/98	0.05/0.2	36/5	1 681/179	0.08/0.25	0.05/0.05
F	2:20/1:25	60/42	0.025/0.05	4/4	97/124	0.04/0.075	0.025/0.05
U	2:05/1:30	50/17	0.05/0.05	31/5	1 582/84.5	0.08/0.05	0.04/0.05
X	1:55/1:30	40/32.5	0.025/0.012 5	7/4	221/56.6	0.05/0.05	0.01/0.025
FX	3:10/2:10	20/15.2	0.025/0.05	3/1	49/21	0.025/0.025	0.01/0.01

### 3.2 抗裂机理分析

1) 普通道面混凝土:高温和常温两种情况下,裂缝出现的早而且多,抗裂效果较差。其主要原因是其水灰比过大,用水量较多,且混凝土保水性差,表面水分丧失的过快,导致裂缝大面积出现。

2) 掺粉煤灰道面混凝土:高温和常温两种情况下,初裂时间均比普通混凝土延迟,裂缝数量少且长度较短。其主要原因是优质粉煤灰的减水作用、分散效应使混凝土的水胶比减小,用水量减少,加之粒径较细的粉煤灰将部分水分紧紧吸附在表面,导致水分在相同环境下很难丧失,所以裂缝出现的时间推迟,数量、长度减少,抗裂效果提高。

3) 掺膨胀剂道面混凝土:高温和常温两种情况下,初裂时间均比普通混凝土推迟,但在常温下裂缝总长度、裂缝总条数与普通混凝土相近,最大裂缝宽度与普通混凝土相同。可见,常温下膨胀剂对混凝土早期的抗裂没有突出作用。

4) 掺聚丙烯纤维道面混凝土:高温和常温两种情况下,初裂时间明显延长。尤其是在高温环境下,裂缝总长度和最大裂缝宽度仅为普通混凝土的 1/9 和 1/4。这是因为在混凝土表面早期失水收缩时,纤维能够提供有效的限制收缩的拉应力,使得其表面密实性较好,很好地限制了表面裂缝的出现。

5) 粉煤灰与聚丙烯纤维双掺道面混凝土:粉煤灰与聚丙烯纤维双掺道面混凝土的防裂效果是最好的,这是由于粉煤灰的保水性和聚丙烯纤维的阻裂性共同作用的结果。

## 4 结束语

传统的普通道面混凝土由于自身的抗裂能力较差,施工中即使采取相关措施也很难防止裂缝的出现,建议在机场道面设计与施工中不再使用。掺粉煤灰能显著提高道面混凝土的抗裂性且不增加工程投资,建议这种新型混凝土在有条件的地区优先选用。掺膨胀剂道面混凝土常温下抗裂效果不明显,不推荐使用。掺纤维能够提高道面混凝土的抗裂性,但要增加工程投资,必要时可采用。粉煤灰与纤维双掺的新型道面混凝土抗裂效果最好,但有可能提高工程造价,在有必要和条件许可时应尽可能采用双掺技术,能有效防止道面混凝土裂缝的产生。

### 参考文献:

- [1] 马国靖,王硕太. 高性能道面混凝土[J]. 混凝土,2000,(6):3-6.
- [2] 黄土元. 21世纪初期我国混凝土技术发展中的几个重要问题[J]. 混凝土,2002,(3):3-7.
- [3] 薛 菁,王硕太. 机场现浇混凝土道面板裂缝成因及防治[J]. 混凝土,2005,(5):25-26.
- [4] 高英力,周士琼,尹 健. 复合超细粉煤灰高性能道路混凝土的试验研究[J]. 公路交通科技,2005(8):15-19.
- [5] GJB1596-91. 机场道面水泥混凝土配合比设计技术标准[S].
- [6] Parvis Soroushian, Siavosh Ravanbakhsh. Control of Plastic Shrinkage Cracking with Specialty Cellulose Fibers[J]. ACI Materials Journal, 1998, 95(4):429-435.

(编辑:姚树峰)

## An Experimental Study on the Crack - proof Property of New - type Airfield Pavement Concrete

DUN Xiao, WANG Shuo - tai, HUANG Can - hua, XUE Jing

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

**Abstract:** In view of the phenomenon that the common pavement concrete is prone to crack upon its construction, analyses are made of the causes for such cracking, a new type of pavement concrete is developed by mixing the common concrete with fly ash and polypropylene fiber, and a test with plate specimen is adopted to fulfill the comparative test of crack - proof properties. The results of the test suggest that the common concrete, if mixed in proportion with either fly ash or polypropylene fiber, can improve its crack - proof property but the new - type concrete, mixed in proportion with both fly ash and polypropylene fiber at the same time, can more effectively prevent itself from cracking, thereby greatly prolonging the service life of the pavement.

**Key words:** airfield pavement; new - type concrete; crack - proof property; test with plate specimen