

地铁疏散平台活性粉末混凝土试件试验研究

温付友，孙军汉

(中国水利水电第七工程局有限公司，四川 成都 610213)

摘 要:为解决地铁运营中突发性事件的人员疏散问题,目前国内在建的地铁均设置了疏散平台。平台的材质已由钢结构、水泥基、复合材料逐渐向耐高温、耐火、耐久、抗腐蚀的活性粉末混凝土(Reactive Powder Concrete,简称 RPC)疏散平台方向发展。由于 RPC 疏散平台的设计目前仍无相关的规范可遵循,因此,必须通过试验验证其各项参数是否满足设计要求。获得了活性粉末混凝土试件试验研究成果,可为类似工程的疏散平台设计提供参考。

关键词:活性粉末混凝土;疏散平台;试验;研究

中图分类号:U215;U214;U215.7 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)06-0007-03

Experimental Study on Reactive Powder Concrete Test Specimen for Metro Evacuation Platform

WEN Fuyou, SUN Junhan

(Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610213)

Abstract: In order to solve the problem of personnel evacuation in the subway operation, evacuation platforms have been built in the subway of under construction in China. The materials of the platforms have gradually changed from steel structure, cement-based and composite materials to reactive powder concrete (RPC) evacuation platforms with high temperature resistance, fire resistance, durability and corrosion resistance. Since there are no relevant specifications to follow in the design of RPC evacuation platform, it is necessary to verify whether its parameters meet the design requirements by experiments. The experimental results of reactive powder concrete are obtained, which can provide reference for the design of evacuation platform of similar projects.

Key words: reactive powder concrete; evacuation platform; experiment; study

1 概 述

2003 年韩国大邱地铁发生火灾事故前,各国对地铁隧道内是否设置疏散平台存在较多争议,当时我国仅有少数城市在地铁隧道内设有疏散平台^[1]。近年来,随着地铁建设的高速发展、各项建设标准的完善,对在地铁隧道内设置疏散平台已经形成共识,疏散平台的材质也由原来的钢结构、复合材料、水泥基等逐渐向活性粉末混凝土方向发展。由于 RPC 具有耐高温、耐火、耐久、抗腐蚀等性能,并具有结构物自重轻、抗压强度和抗剪强度高特点,已成为目前地铁疏散平台设计施工中较为理想的新型材料。

由于目前国内对疏散平台的设计标准没有明确规定,主要由设计院根据现有规范提出具体的设计参数,由施工方进行相关的试验以验证确定其可行性,故必须重视相关的试验研究。

笔者以我公司承建的成都地铁 18 号线为依据,介绍了对其进行的试验研究。成都地铁 18 号线为新机场线,线路全长约 68.38 km。一期工程为火车南站~天府新站,线路长约 41.4 km(含龙泉山隧道 9.72 km);二期工程为天府新站~天府国际机场北站,线路长约 24.98 km(其中高架线长 11.53 km);隧道内径为 7.5 m,外径为 8.3 m,全线采用时速为 140 km 的 CRH 列车。

2 主要设计原则及技术标准

(1)疏散平台构件的设计使用年限为 50 a,耐火等级为一级,耐火极限为 1.5 h。

(2)疏散平台分别考虑了以下两种荷载工况:
①疏散平台及步梯荷载:均布荷载为 0.5 kN,集中荷载为每延米 6 个 0.65 kN,按均布荷载和集中荷载分别考虑;
②列车最高运行速度达到 150 km/h 时,地下区间隧道及车站轨行区的最大正压值为 +3.5 kPa,负压值为 -1.8 kPa,周期为

120 s;

(3)平台踏板、支架、步梯斜梁容许挠度值为 $L/250$ 。

(4)紧固锚栓抗疲劳测试不少于1 000万次。

3 试验验证

3.1 荷载试验

3.1.1 RPC平台试件试验概况

试验对象为地铁疏散平台板,设计尺寸为1 800 mm×700 mm×50 mm。主要对已生产的疏散平台板试样进行荷载试验。模拟现场实际使用状态,通过静载试验测试数据判断该构件的性能是否满足设计要求。

3.1.2 试验依据

(1)GB50152—2012^[2],混凝土结构试验方法标准。

(2)设计报告中的技术要求。

3.1.3 加载方式

(1)工况一。采用重物堆载方式进行均布加载,加载所用重物为标准砝码,单块砝码的自重为0.2 kN,试验时根据砝码数量进行荷载控制(图1)。

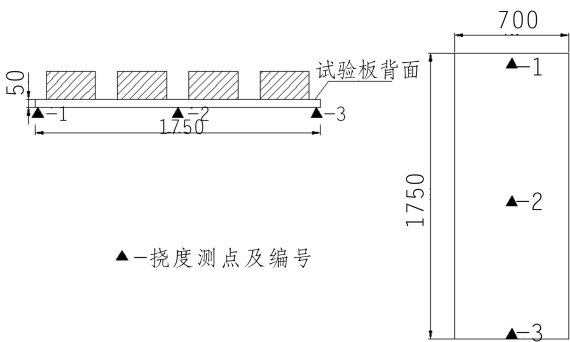


图1 工况一:荷载试验加载布置示意图

(2)工况二。采用千斤顶与分配梁集中加载,千斤顶与试件之间加压力传感器进行荷载控制(图2)。

(3)工况三。采用重物堆载方式在试验板背面进行均布加载(模拟风荷载),加载所用重物为标准砝码,单块砝码自重为0.2 kN,试验时根据砝码数量进行荷载控制(图3)。

3.1.4 试验荷载及分级

试验开始前进行预加载,要求支座平稳,仪表及加载设备正常。工况一每级加载量为2.4 kN/m²,共

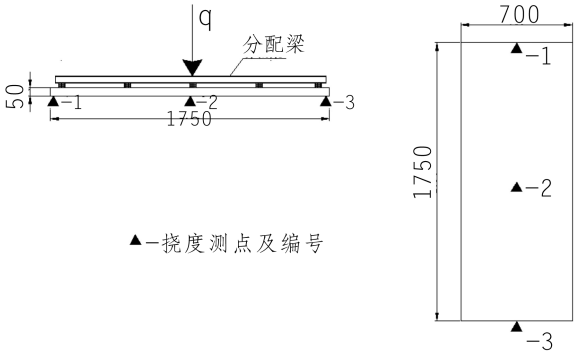


图2 工况二:荷载试验加载布置示意图

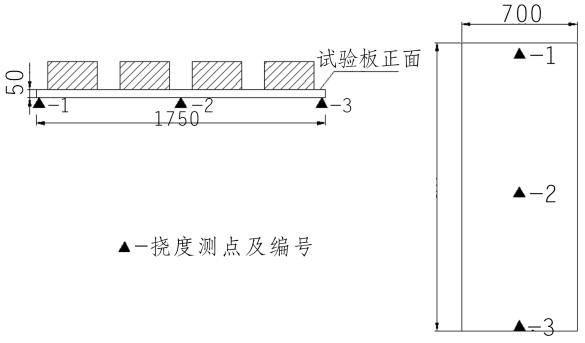


图3 工况三:荷载试验加载布置示意图

加载5级,每级持荷时间不少于5 min,须保证每一级荷载变形趋于稳定并读数后才能进行下一级加载;工况二每级加载1.5 kN,加载4级后再加载0.6 kN,每级持荷时间不少于5 min,须保证每一级荷载变形趋于稳定并读数后才能进行下一级加载;工况三每级加载0.6 kN/m²,共加载6级,每级持荷时间不少于5 min,保证每一级荷载变形趋于稳定并读数后才能进行下一级加载。

3.1.5 试验量测

变形量测:采用百分表量测变形(挠度),分别在试验板的支点及跨中布设百分表,共计3个测点,测点布置情况见图1、2、3。

3.1.6 试验结果

试件在各级荷载作用下的实测挠度见表1、2、3。

在6.6 kN(2倍的每延米6个0.65 kN)集中荷载作用下,疏散平台板的挠度为2.45 mm,在12 kN(2倍的5 kN/m²)均布荷载作用下疏散平台板的挠度为3.16 mm;3.2 kN(2.6 kN/m²)均布荷载(背面加载模拟风荷载)作用下的疏散平台板的挠度为1.45 mm。

表 1 工况一挠度测试结果表

项 目	均布荷载值 /kN	疏散平台板
	0	+0
	2.4	+0.5
	4.8	+0.98
加载后跨中挠度值	7.2	+1.86
或梢端挠度	9.6	+2.59
/mm	12	+3.49
	卸载至 6	+1.69
	卸载至 0	+0.14

表 2 工况二挠度测试结果表

项 目	集中荷载值 /kN	疏散平台板
	0	+0
	1.5	+0.26
	3	+0.58
加载后跨中挠度值	4.5	+1.39
或梢端挠度	6	+2.09
/mm	6.6	+2.45
	卸载至 3	+1.12
	卸载至 0	+0.33

表 3 工况三挠度测试结果表

项 目	均布荷载值 /kN	疏散平台板
	0	+0
	0.6	+0.26
	1.2	+0.55
加载后跨中挠度值	1.8	+0.78
或梢端挠度	2.4	+0.98
/mm	3	+1.3
	3.3	+1.48
	卸载至 1.6	+0.86
	卸载至 0	+0.18

3.2 RPC 平台耐火性试验

- (1)试验目的。检验活性粉末混凝土的燃烧性能是否符合设计 A1 级的规定。
- (2)试验依据:GB 8624—2012^[3],建筑材料及制品燃烧性能分级。
- (3)试验样品原材料的组成。活性粉末混凝土(RPC)由水泥、煤灰、硅粉、砂、钢纤维等原材料混合组成。
- (4)试验结论。通过试验并按照 GB8624—2012 判定,该制品的燃烧性能达到不燃 A(A1)级要求,其耐火试验检验结果见表 4。

表 4 耐火试验检验汇总表

序号	检验项目	检验方法	标准要求	检验结果	结 论
1	炉内温升,℃	GB/T 5464—2010	≤30	2	A 级合格
2	持续燃烧时间,s	GB/T 5464—2010	0	0	
3	质量损失率,%	GB/T 5464—2010	≤50	2.3	
4	热值,MJ/kg	GB/T 14402—2007	≤2	0.1	

备注:质量损失率检验结构展伸不确定度 $U_{95}=0.2\%$ 。

表 5 疲劳试验检测表

项 目	样 品 编 号					
	1	2	3	4	5	6
荷 载	$P_{\max}/\text{kN}$	35.74	35.74	35.74	35.74	35.74
	$P_{\min}/\text{kN}$	32	32	32	32	32
应力幅度 /MPa	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54
开 始 日 期	20180525	20180525	20180526	20180526	20180527	20180529
终 止 日 期	20180526	20180526	20180527	20180528	20180528	20180530
开始基数 /万次	0	0	0	0	0	0
终止基数/万次	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
疲劳次数/万次	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
频率 /次·min ⁻¹	6 468	5 346	6 468	5 346	6 468	5 346
锚具零件破损情况	无	无	无	无	无	无
检 测 结 论	以上疲劳寿命满足设计抗疲劳 1 000 万次要求					

3.3 RPC 平台紧固锚栓疲劳试验

- (1)检测的要求与依据。根据设计要求,其紧

固锚栓抗疲劳测试的次数不小于 1 000 万次;检

(下转第 17 页)

斜仪进行导孔偏斜控制,引水上竖井导孔偏差为 0.32 m,偏斜率为 0.08%,远低于《水电水利工程斜井竖井施工规范》DL/T 5407—2009 中的偏斜率,实现了导孔优质、快速、经济、安全的实施,是竖井施工工艺的一次重大升华,其相关技术成果可为后续水利、矿山、交通等多个领域类似工程提供重要的参考,具有广阔的应用前景及较大的利用价值。

参考文献:

[1] 马 哲,杨锦周.无线随钻测量技术的应用与发展趋势[J].石油钻探技术,2007,35(6):112—115.
[2] 徐云龙,马凤清,冯光通.磁性导向钻井技术现状及发展趋势[J].钻采工艺,2012,35(2):35—37.

(上接第 9 页)

测依据为:《金属材料疲劳试验轴向力控制方法》,GB/T 3075—2008^[4];《金属材料 拉伸试验第 1 部分:室温试验方法》,GB/T 228.1—2010^[5]。

(2)检测用的主要设备。①电液伺服结构试验系统 MTS458;②微机控制电液伺服万能试验机 YJW—5000。

(3)疲劳试验的检测数据见表 5。

4 结 语

通过以上试验检验,该疏散平台的各项试验结果完全满足设计要求,试验方法及试验过程真实有效,所取得的数据可为类似工程的疏散平台设计提供参考和借鉴。

参考文献:

=====

(上接第 13 页)

[2] 龚炳铮.关于我们发展智慧企业的思考[J].办公自动化,2014,2(10):64—71.
[3] 赵 波,黄 超.浅谈云存储技术在数字工地中的某些应用[C].第七届中国智慧城市建设技术研讨会论文集,2012:101—106.
[4] 万晓曦.“互联网+”提速智慧工地[J].中国建设信息化,2015,9(20):34—36.

由中水五局公司承建的朝阳供水施工项目隧洞全线贯通

8月31日,辽宁朝阳供水施工项目隧洞全线贯通。朝阳项目主体工程为引水隧洞和地下泵站,包括压力引水隧洞、地下厂房洞室群及其附属洞室、交通洞、机电设备和金属结构安装等工程,其中引水隧洞为有压洞,全长 12 km,开挖断面为圆拱斜墙,开挖面积为 20 m²,4 条施工支洞合计长约 4.5 km,均为倒坡,坡度约 13%,合计洞挖 16.5 km,衬砌后成洞断面为圆形。隧洞开挖工程历时 1 236 d。引水隧洞断面较小,项目部采用全断面一次开挖成型施工工艺,创下了连续多月单头开挖突破 200 m 的施工强度纪录。四年来,朝阳项目质量、安全、进度得到各参建方一致认可,多次荣获“先进参建单位”“安全生产标准化创建活动先进单位”“辽宁省水利工程建设文明工地”等荣誉,在业主方对施工单位年度综合评比中荣获第一名,在季度综合评比中多次荣获第一名和第二名,并在水利部全国巡查中代表业主接受检查,荣获全国第三名。

[3] 徐云龙,马凤清,刘庆龙.旋转磁场测距系统研制及现场试验[J].石油矿场机械,2013,42(3):62—65.
[4] 石元会,刘志申,葛 华,阳 飞.国内随钻测量技术引进及现场应用[J].国外测井技术,2009,169(2):12—13.
[5] 张绍槐.现代导向钻井技术的新进展及发展方向[J].石油学报,2003,24(3):82—89.

作者简介:

宋安瑞(1986-),男,四川阆中人,工程师,从事水利水电、公路工程施工技术与管理工
程施工技术与管理工
作;
郑 尧(1989-),男,四川成都人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
程施工技术与管理工
作;
侯 望(1990-),男,四川眉山人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
程施工技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)

[1] 朱燕琴,李 斐.地铁隧道内疏散平台设计标准探讨[J].都市快轨交通,2010,23(5):66—70.
[2] GB50152—2012,混凝土结构试验方法标准[S].
[3] GB 8624—2012,建筑材料及制品燃烧性能分级[S].
[4] GB/T 3075—2008,金属材料疲劳试验轴向力控制方法[S].
[5] GB/T 228.1—2010,金属材料 拉伸试验第 1 部分:室温试验方法[S].

作者简介:

温付友(1979-),男,四川宜宾人,高级工程师,从事水利水电工程砂石拌和及制冷系统与市政工程预制构件厂的设计、施工技术及管理工
作;
孙军汉(1975-),男,黑龙江青冈人,项目经理,高级工程师,从事水利水电工程砂石拌和系统和市政工程预制件厂的技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)

[5] 赵 泉,等,编著.信息检索[M].北京:机械工业出版社,2008.

作者简介:

王 立(1983-),男,辽宁盘锦人,工程师,硕士,从事建筑施工企业标准及信息化工
作;
黄 印(1976-),男,四川古蔺人,高级工程师,从事工程设备物资管理、国际物流、商贸管理等工作。

(责任编辑:卓政昌)